تقنات خزن الحاصلات البستنية Storage Technology of Horticultural Cropes

Book · January 2014

1 author:

Ghalib Naser
University of Diyala



تقنات خزن الحاصلات البستنية

الدكتور غالب ناصر الشمري
استاذ مساعد في قسم البستنة وهندسة الحدائق

2014

جامعة ديالى

كلية الزراعة

تقنات خزن الحاصلات البستنية

تأليف

الدكتور

غالب ناصر الشمري

استاذ مساعد في قسم البستنه وهندسة الحدائق

جامعة ديالى

1435 هـ **2014م**

تقنات خزن الحاصلات البستنية :

المقدمة :

ان الاهداف الرئيسية لتكنلوجيا ما بعد الحصاد في المحاصيل تقوم بالحفاظ على جودة المحاصيل بعد الحصاد حتى وصولها الى المستهلك من حيث المظهر، والقوام والقيمة الغذائية وحماية الاغذية وسلامتها وتقليل نسبة المفقود من المحاصيل، وتعتمد التكنلوجيا البسيطة والادارة المدربة لتقليل الكلفة اذ تكون مناسبة للحجم الصغير من المخزونات الغذائية لذوات الامكانيات المحدودة وللمزارعين الذين يعتمدون اسلوب التسويق المباشر اكثر من التكنلوجيا المعقدة عالية الكلفة في الدول النامية، وان التكنلوجيا المتقدمة تقلل استخدام الايدي العاملة المكلفة وتحافظ على محصول متكامل من الناحية المظهرية، وتجنب استخدام المبيدات الفطرية والحشرية في الخزن، التي قد تقلل نسبة التلف، لكن لها تاثيراتها الصحية والبيئية ودراسة اقتراحات البدائل للمعاملات الكيمياوية وهناك سلسلة من الخطوات في انظمة التداول بعد الحصاد يتم اتباعها تتمثل في ممارسات الحصاد، وطرق التجهيز، والعلاج التجفيفي في المحاصيل الجذرية والدرنات والابصال، يمكن استخدامها في بيوت التعبئة، وطرق التغليف التي تحافظ على جودة المحصول وتقلل الاضرار.

ان حفظ المحاصيل في درجات حرارة منخفضة ملائم لكل محصول وهو مايسمى (الحفظ بالتبريد) لاسيما في المناطق الحارة التي سعى فيها الانسان منذ القدم. فقد استفاد من المناطق الطبيعية الباردة التي تكون سائدة في المرتفعات الجبلية، اذ استخدم الكهوف كمخازن طبيعية التبريد في المواسم الحارة، أو ابار الماء التي يحفظ فيها محاصيله حتى حفظ الثلوج للاستفادة منها في الاشهر التي ترتفع فيها درجات الحرارة.

يعود تطور تقنيات التبريد الحديث الى العالم جول 1853 م وقانونه المشهور (قانون جول) وفيه يمكن خفض درجة الحرارة بشكل صناعي، وبعد ست عشرة سنة توصل العالم الايرلندي Tomas Androse الى ان خفض درجة حرارة غاز ثاني اوكسيد الكاربون هو العامل الرئيس الذي

يؤدي الى تحويله الى سائل، كما توصل الى ان لكل غاز درجة حرارة حرجة عرفها بأنها الدرجة التي لايتميع فوقها الغاز مهما كان الضغط المسلط عليه وكان سائدا في ذلك الوقت ان الغازات لاتتحول الى حالة السيولة ، وطور العالم Robert mayer 1814-1879م الديناميكية الحرارية Thermodynamic وهي: العامل الرئيس في استخدام غازات التبريد ومنها تولدت فكرة الحصول على التبريد، من خلال عمليات ديناميكية حرارية متعددة تؤدي الى احداث تيار هوائي بارد وتبريد حيز معين في وحدة زمنية معينة واستغلت هذه الطريقة في حفظ الغذاء لتكون أول تطبيق اقتصادي ناجح لهذه التقنية، بعد أن تم تصنيع اول الة تبريد تعمل بضغط النايتروجين قبل أكثرمن قرن من قبل العالم Habor عام 1864م، وفي عام 1876م بوشر بشكل فعلي بنقل اللحوم المجمدة عبر المحيط الاطلسي في السفن بنظام التجميد، تلا ذلك ابتكار مخازن التبريد، ثم تطورت عمليات التبريد بسرعة، فكانت السيارات المبردة والطائرات المبردة. وفي 1930م اتجه التبريد الى مجال تكييف الهواء واستغل في تكييف الابنية وصناعة مكيفات الهواء وظهرت الثلاجة Refrigerator وبعدها المجمدة Freezer وشمل التبريد في وقتنا كل مجالات الحياة .

وبعد هذه النبذة المختصرة عن تطور طرق خزن الحاصلات البستانية يامل المؤلف ان يستفيد من موضوعات هذا الكتاب المهتمين بخزن الحاصلات البستنية من طلاب الدراسات الاولية وطلاب الدراسات العليا والباحثون في هذا المجال من الاساتذة والمهتمين بخزن الحاصلات البستنية وفي الختام يتوجة المؤلف بالشكر والامتنان لكل من المقوم العلمي أ.د. صبيح عبد الوهاب والمقوم اللغوي د. صبا الحمداني وكل من ساعد في اخراج هذا الكتاب بهذه الصورة .

المؤلف

د. غالب ناصر الشمري

الفصل الاول

أسباب فقدان الحاصل بعد الحصاد :

يبدأ الفقد في الحاصلات البستنية منذ بداية جني المحصول واثناء نقل المحصول الى اواني التعبئة، نتيجة الاحتكاك بين الثمار، واثناء التعبئة والنقل الى الاسواق او المخازن المخصصة لحفظ الثمار، وبعد نقلها من المخازن الى اسواق الاستهلاك، وحتى وصول الثمار الى المستهلك. ويتراوح مقدار الفقد بالحاصلات البستنية في البلدان النامية خاصة في المناطق الحارة بين(25-75%) من الانتاج وبحدود(10%) في الدول المتقدمة ويمكن ان نعتبر التفسخ و فقدان الوزن والأضرار الميكانيكية أو تدهور الصفات النوعية والغذائية أو عبور مرحلة النضج من مسببات هذا الفقد. ويمكن ملاحظة مقدار نسبة الفقد في محاصيل ثلاثة انواع رئيسية من الخضر في جدول (1) :-

جدول (1) الحدود القصوى لتلف بعض المحاصيل المخزنة

المحصول	عدد أيام الخزن	التفسخ	ضرر ميكانيكي	فقد وزن	عوامل اخرى	مجموع الفقد %
البصل الأبيض	150	25-15	8-7	10	30-15	73-47
البطاطا	300	15-5	3-2	5	10	33-22
الطماطم	4	12-1	6-4	4-2	20-15	42-22

سبب التلف التنبيت اثناء الخزن sprouting in storage

أ- التفسخ decay

ينتج التفسخ من الاصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية، مثل إصابة المحاصيل البستنية بالاحياء المجهرية مثل Botritis و Penciallium كما في الصور(1) و (2) و (3) و(4)، وتنتشر الإصابة بهذه الاحياء في درجات الحرارة المرتفعة بسرعة لذلك فإنَ الخزن بدرجات الحرارة المنخفضة يقلل من انتشار هذه الاحياء الجرثومية، لكن درجات الحرارة

المنخفضة اكثر من درجة تحمل المحاصيل تسبب أضرار البرودة Chilling injury ، مما يؤدي الى هدم الخلايا وتسهيل الإصابة الفطرية والبكتيرية، ويمكن معالجة التفسخ بالخزن بدرجات حرارة مناسبة واستخدام المبيدات الفطرية والبكتيرية المسموح بها أثناء الخزن، وإجراء عمليات الفرز والتدريج لعزل الثمار المتضررة.

ذكر الشمري وحسن (2009) إنَ نسبة التلف الجرثومي في ثمار المشمش المخزَنة تحت 4°م ارتفعت الى 5.6% في نهاية مدة الخزن التي امتدت الى اسبوعين. وتختلف نسبة الفقد حسب الصنف اذ فقد بطيخ اناناس 9.78% وبطيخ Golden beauty 10.84% من وزنها في حين فقد صنف خضراوي حوالي 19.21% وصنف قاطع نفسه 18.24% من وزنها بعد الخزن لمدة خمسة عشر يوماً .





صورة (1) الاصابات الفطرية في ثمار الخيار. صورة (2) الاصابات الاحيائية في ثمار الطماطم المخزنة.

ب- الأضرار الميكانيكية Mechanical injury

تحدث الأضرار الميكانيكية أثناء عمليات الحصاد والتداول والشحن والتعبئة التي تؤدي الى حدوث رضوض وتكسرات سطحية وجروح، مثل الرضوض التي تحدث للثمار اثناء سقوطها من الأشجار، والجروح التي تحدث للبطاطا والبصل أثناء حصادهما، وتحدث رضوض نتيجة احتكاك

الثمار، أوسقوطها، أوعند جني الثمار بعنف من قبل العمال، مما يساعد على انتشار الاصابات الاحيائية .

يمكن تقليل الأضرار الميكانيكية باتباع ما يأتي :-

1- اتباع الطرق المناسبة في الحصاد.

2- حصاد الثمار في الموعد المناسب والذي تتحمل فيه النقل و التداول والتخزين.

3- استخدام عبوات تقلل من الاحتكاك والرضوض والخدوش في الثمار.

ج- فقدان الوزن :-

هو فقد الماء من الثمار بعد الحصاد، وهذا يسبب مشكلة، لعدم تمكّن الثمرة من تعويض الماء المفقود منها بعد القطف، مما يؤدي الى فقدان الوزن وحدوث ذبول وكرمشة في الثمار، مما تفقدها قسماً من قيمتها الغذائية والنوعية وفيتامين (ج) وتفقد قيمتها التسويقية. وقد وجد إنّ ثمار المشمش تفقد 6.04% من وزنها بعد اسبوعين من الخزن المبرد، وترتفع نسبة التلف الى 8.66% بعد ثلاث اسابيع من الخزن المبرد (علوان ، 2010م)، وبيّن الشمري (1986م) ان مدة الخزن ادت الى خفض معنوي في معدل وزن ثمار الأجّاص المخزونة خزناً مبرداً لمدة خمسة عشر او ثلاثين يوماً، وإنّ درجة حرارة الصفر المئوي حافظت على اعلى معدل في وزن الثمار، تلتها الثمار المخزونة على درجة حرارة 5°م ، بينما ازداد الفقد في الوزن مع ارتفاع درجات الحرارة المستخدمة في خزن الثمار وهي (0° ، 5° ، 10° ، 20°) م° . وقد بيّن فاضل والدوري(2007) إنه عند خزن ثمار الكمّثرى في درجتي حرارة خزن (0° و 5°) م لمدة (20 و 40 و 60) يوماً ، ازدياد نسبة الفقد في الوزن على مدى مدّة الخزن، وأعلى نسبة فقد كانت عند تخزين الثمار لمدة 60 يوما .


صورة (3) تلف ثمار البطيخ . .



صورة (4) الاصابات الفطرية في ثمار الشليك اثناء الخزن

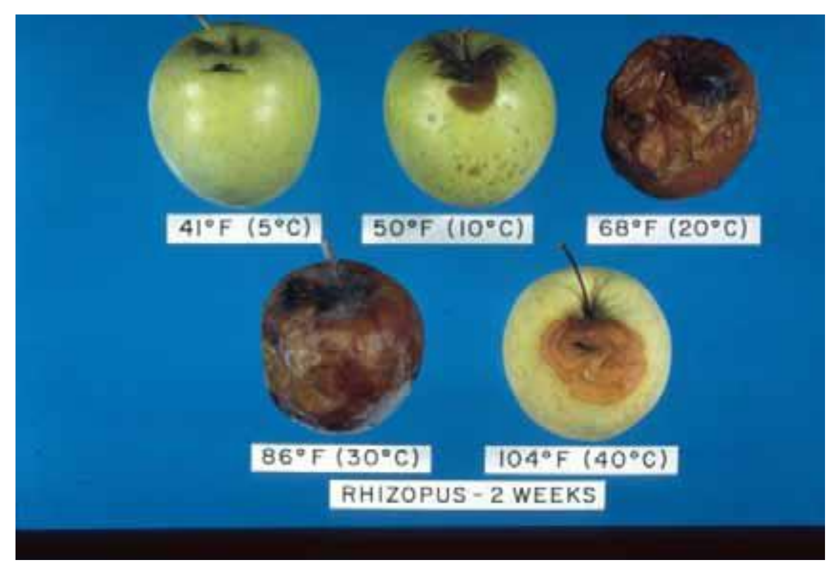
د- عوامل اخرى :- توجد عوامل اخرى لفقد المحاصيل والثمار ، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:-

أ- التزريع :- وهو مايحدث للبطاطا والبصل والثوم والتزريع يستهلك الماء والمواد الغذائية المخزونة في الثمار، لزيادة سرعة التنفس، وهدم المواد الغذائية زيادة على أنّ التزريع يساعد على الاصابات بالامراض التي تهاجم الاجزاء الغضة النامية .

ب- الاضرار الفسلجية :- وهي الاضرار التي تصيب الثمار لاتسببها الاحياء المجهرية، واهم اسبابها عدم الحصاد بالموعد المناسب، وظروف النمو غير المناسبة وعبور مرحلة النضج over ripening والخزن بدرجات حرارية غير مناسبة واضرار البرودة chilling injury والقلب

البني Brown heart ، وتحدث الاضرار الفسلجية عادة في الثمار اثناء عمليات مابعد الحصاد نتيجة عوامل ارتفاع او انخفاض درجات الحرارة عن الحدود الموصى بها او بشكل مفاجئ او بسبب قلة الرطوبة او الاصابات المباشرة (اضرار ميكانيكية) (أفمانينا ، 2000 و عبد الهادي ، 1989)، ويلاحظ انه الاضرار الفسلجية تقل عند خزن الثمار ضمن المدة الموصى بها للخزن و حسب قدراتها التخزينية. وتعدّ الفاكهة ذات النواة الحجرية حساسة للاضرار الميكانيكية، لأنّ لحم الثمرة غض وجدارها الخارجي رقيق ، لذلك يجب مراعاة التداول بلطف وفي جميع المراحل ابتداءً من الجني وحتى الاستهلاك (الحامض ، 2001)





صورة (5) تاثير درجات حرارة الخزن المرتفعة على انتشار الاصابات الفطرية في ثمار
الشليك والتفاح اثناء الخزن .

ومن تلك الأضرار مايحدث للتفاح عند الخزن بدرجات الحرارة المرتفعة وزيادة تركيز co_2 إذّ يظهر اللون البني في قلب الثمرة صورة (5)، وذكر الشمري وحسن(2009) إنّ نسبة التلف الفسلجي في ثمار المشمش المخزنة تحت 4°م ارتفعت الى 12.2% في نهاية مدة الخزن التي استمرت اسبوعين. والصورة (6) تبين اضرار البرودة في ثمار البرتقال المحلي :-



تاثير درجات الحرارة المنخفضة على قشرة ثمار البرتقال (الشمري ، 2005)

صورة (6) اضرار البرودة في قشرة ثمار البرتقال.

مراحل تلف الثمار:-

1- التلف وقت الحصاد :- يحدث نتيجة للأضرار الميكانيكية الناتجة عن الحصاد، أو بقاء المحصول تحت تأثير الشمس أو تحت تأثير الصقيع أو الرطوبة العالية أثناء الجني والتعبئة في العبوات المختلفة .
2- التلف أثناء الفرز والتدريج والتعبئة :- إنّ تأخير المحصول في بيوت التعبئة، أو في الحقول لأنتظار عملية الفرز والتدريج حسب مرحلة النضج، أو الحجم قد يسبب انتشار الأحياء المرضية.
3- التلف أثناء التصنيع :- يحدث تلف كبير للثمار لأنتظار عمليات التصنيع، أو خلال عمليات التصنيع للمحصول خاصة عمليات التقشير أو التقطيع .
4- التلف أثناء الخزن:- يحدث نتيجة عدم انتظام الخزن، أو الخزن في درجة حرارة غير مناسبة، أو انقطاع التيار الكهربائي عن مخازن التبريد، أو انتشار الاصابات الفطرية أو البكتيرية، وهنالك ثمار سريعة التلف لاتتحمل الخزن لمدة طويلة، كثمار المشمش، التي كانت نسبة التلف فيها حوالي 17.8% بعد اسبوعين من الخزن المبرد على 4 م (الشمري وحسن، 2009).
5- التلف أثناء الشحن :- يحدث التلف عند شحن الثمار من الحقل الى السوق، أو الى المخازن، أو من المخازن الى السوق، أو عند التصدير الى الخارج أو الأسواق البعيدة، أو استخدام عبوات غير مناسبة أو تعريض الثمار الى حرارة عالية أو واطئة اثناء الشحن .

الفصل الثاني

نمو ونضج الثمار (مراحل تكوين الثمار)

تتكون الثمرة من مبيض الزهره و ملحقاتهن وتنتج الثمرة من اخصاب الزهرة، وتمر بمراحل حتى تصل الى مرحلة النضج :-

1- مرحلة الازهار : Flowring stage

تبدأ هذه المرحلة من تكوين البراعم الزهرية وتنتهي بالاخصاب وتساقط الاوراق التويجية، وهي من المراحل المهمة في تكوين الثمرة، وتحدث فيها عملية التلقيح pollination ، ويتوقف نمو الزهرة عند عدم حدوث الاخصاب بسبب انخفاض مستوى الهرمونات في المبايض إذ يقل تركيز الجبرلينات والاوكسينات عند تفتح الازهار الى الحد الادنى، وعند عدم حدوث التلقيح تتساقط الازهار، وإن التلقيح يؤدي الى اضافة هذه الهرمونات او تشجيع نسيج المبيض على تكوينها .

2- مرحلة الإخصاب : fertilization

تبدأ هذه المرحلة بعد اتمام عملية التلقيح، وعملية الاخصاب تساعد على استمرار العمليات الناتجة من اجراء التلقيح و أن حبوب اللقاح تفرز هرمونا في المبايض وإن كانت قليله و يعتقد انها تحتوي على انزيمات و عوامل مساعدة على تكوين هرمونات جديدة تسبب النمو .

3- مرحلة عقد الثمار : fruit sit

تمثل هذه المرحلة النمو السريع لمبيض الزهرة بعد عمليتي التلقيح والاخصاب إذ يزداد التصاق الزهرة الصغيرة بالنبات، وهذه العملية تحتاج الى نشاط هرموني منها الاوكسينات والجبرلينات والسايتوكاينينات. وبعض الثمار تعقد عذريا بسبب تزويد جدار المبيض للاوكسينات، وتعرف مرحلة عقد الثمار بانها عملية تحول الزهرة إلى ثمرة فبعد التلقيح و الإخصاب تبدأ مرحلة تكون الثمار وبداخلها البذرة أو البذور فى بداية تلك المرحلة يحدث

ذبول للبتلات وتساقطها ثم تساقط الأقلام بما تحملها من مياسم أصابها الجفاف بعد أن أدت دورها .
ويتم التحول من حالة الزهرة إلى الثمرة (العقد) في مدة زمنية تتراوح بين عدة ساعات، كما فى أزهار المانجو، وبين عدة أيام كما فى أزهار الطماطم وتحتاج الثمار لتكوينها إلى انقسام خلايا جدار المبيض، وهذا يحتاج الى منشط هرموني تحصل عليه جدر المبيض الثلاثة والمعروفة بالجدار الخارجي Exocarp ، و الأوسط Mesocarp والداخلي Endocarp من حبوب اللقاح، فهي مصدر غني بالاكسين أو ببادئ تكوين الاوكسين Auxin precursor وهو الحامض الأميني التربتوفان والذي يتحول الى اندول حامض الخليك وهو الفيتواكسين الضروري لتنشيط انقسام الخلايا ولا يلعب الأوكسين وحده هذا الدور بل يشترك معه كل من الجبرلين والسايتوكاينين .

ثم يأتي دور البذرة فعند تكوينها من الزيجوت بعد إتمام عملية الإخصاب، ونظرا لتوفر الأحماض الأمينية و الأحماض العضوية و السكريات الواردة من الورقة للثمرة العاقدة فإنه يتم تكوين المزيد من هرمونات النمو مثل ألاوكسين و الجبرلين والسايتوكاينين اللازم لانقسام خلايا الجنين وتمييزها وتخليقها، وبذلك تصبح البذرة مصدراً لتلك الهرمونات التي تتسرب Release إلى جدار المبيض، ويساعد ذلك على إتمام عملية انقسام خلاياها واستطالتها ثم تطور الثمرة حتى وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو وقد وجد انه كلما زاد عدد البذور زاد حجم الثمرة النهائي. إذ ان هناك علاقة بين توزيع البذور وشكل الثمار فى بعض الأنواع .

4- مرحله نمو الثمار fruit growth

إنّ عملية نمو الثمار ترتبط بالبذره النامية والتي تعد من العوامل المنظمة او المسيطرة على نمو الثمرة، بسبب وجود تراكيز عالية من الهرمونات فيها، وإنّ بعض الاصناف تنمو وتنضج الثمار فيها من دون الحاجة الى الاخصاب وتكوين البذور، والذي يعرف العقد البكري(العذري)

parthenocarpy مثل برتقال فالنشيا وبعض اصناف الخيار والتين والعنب .
يقصد بالعقد العذري عقد الثمار بدون إخصاب المبيض وتكوين ثمار بدون بذور وهذا يرجع فى الغالب إلى عيب فى الكيس الجنيني، فيعرف بالعقد البكري Parthenocarpy ؛ تميزآ له عن Stemospermocarpy ؛ إذ حيث يتم التلقيح والإخصاب ولكن الجنين يضمر ويموت مع استمرار جدر المبيض فى النمو لتكوين الثمرة ، وتنتشر تلك الظاهرة فى عدة سلالات نباتية خاصة تلك التي تتميز بوجود عدة بويضات لكل ثمرة مثل الموز والتين والأناناس وهناك عدة حالات للعقد البكري نذكر منها فيما يأتي :

1- تكوين الثمار بدون تلقيح الأزهار وبدون إخصاب ويسمى بالعقد البكري الخضري مثل الطماطم والبرتقال أبو سرة والموز والأناناس .

2- تكوين الثمار بتشجيع من التلقيح دون وصول أنبوبة اللقاح للمبيض مثل البطيخ ويسمى العقد البكري التنشيطي وقد يحدث فيه التنشيط من زيارة الحشرات للزهرة أو من تجريح الأزهار أو حتى بتأثير ذرات الغبار .

3- التحكم فى الظروف البيئية مثل تعريض النباتات لدرجات حرارة منخفضة مع شدة إضاءة فتكون نسبة التلقيح منخفضة تحت تلك الظروف كما فى الطماطم أو تشجيع اختفاء الجنين بتعريض الثمار للصقيع أو الحرارة المنخفضة كما فى التفاح و الكمثرى .

4- تشجيع العقد البكري باستخدام منظمات النمو رشاً على النباتات بالاوكسين كما في الطماطم و بالجبرلين كما فى العنب .

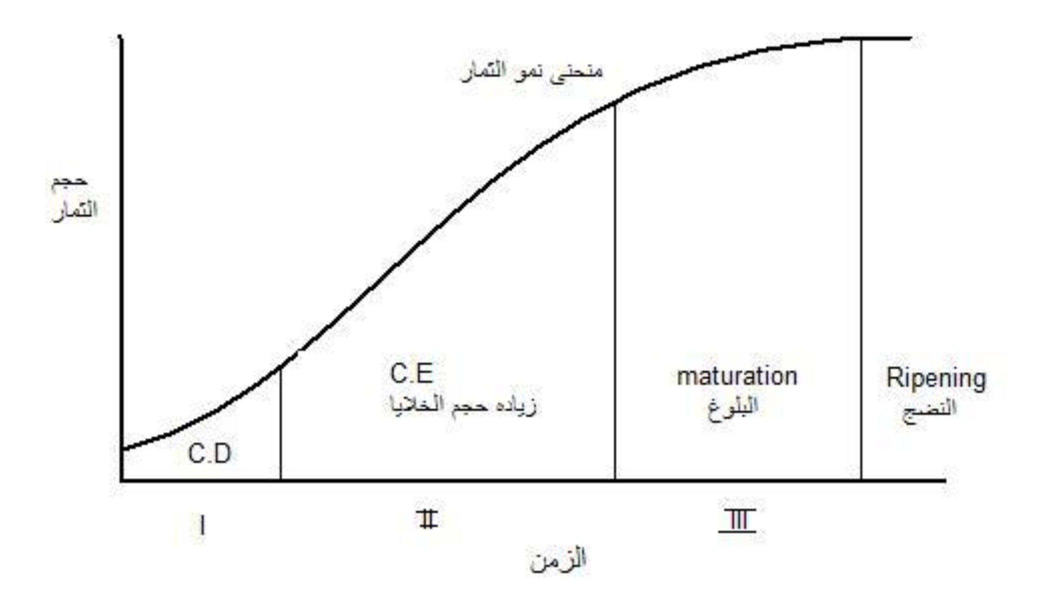
وفى حالات العقد البكري تتميز مبايض الأزهار و الثمار فيما بعد بارتفاع المستوى الهرموني عن مثيلاتها البذرية العادية فيدفعها هذا المستوى الهرموني المرتفع الى الاستمرار فى النمو وعدم التساقط، أما فى الأنواع البذرية فتسقط ثمارها إذا فشل التلقيح والإخصاب، أو عند ضمور إجنتها

بالثمار العاقدة ومعادلة تلك الأزهار بالهرمونات من الخارج Exogenous قد يعوض غياب الجنين مما يسمح لمبيض الثمرة أن يستمر فى النمو.

وقد استخدم معاملة الازهار بالاوكسينات والجبرلينات والسايتوكاينينات لاحداث العقد العذري ويكون النمو في البداية بعد العقد مركزآ على انقسام الخلايا cell divition و تختلف مدته بين خمسة ايام الى ثمانية ايام في القرع وثلاثة ايام الى اربعة ايام في التفاح .
تليها مرحلة الزيادة في حجم الخلايا Cell enlargement تأتي بعد مرحلةانقسام الخلايا او قد تكون متداخله معها إذ يزداد حجم الثمار نتيجة زيادة انتقال المواد الغذائية الممتصة من الجذور الى الاوراق الى الثمار حتى اكتمال النمو (وزياده حجم الخلايا قد يصل الى 6000 مرة).
تنقسم الثمار الى مجموعتين حسب نوع اوشكل منحنى نمو الثمرة:-

أ- مجموعة الثمار ذات دورة النمو الواحدة Single sigmoid

يكون فيها منحنى النمو ذو دورة واحدة ويكون على شكل حرفS شكل(1) و تمثل التفاحيات والحمضيات والاناناس والطماطم والبزاليا وثمار العائلة القرعية ومعظم الخضروات ويتميز بوجود ثلاث مراحل، هي مرحلة انقسام الخلايا ومرحلة الزيادة في حجم الخلايا ثم مرحلة البلوغ Maturation
في مرحلة انقسام الخلايا Cell division يكون النمو ناتج عن زيادة عدد الخلايا ويكون النمو فيها بطيء نسبيا ،
مرحلة الزيادة في حجم الخلايا Cell enlargement تسمى بمرحلة النمو السريع الناتج عن زيادة حجم الخلايا وتستمر الى حين اكتمال نمو الثمره وتتميز هذه المرحلة بجمع المواد الغذائيه ويكون الزياده في الحجم اكبر من الزيادة في وزن الثمرة بسبب زيادة المسافات البينية والفراغات الهوائية بين الخلايا في داخل الثمرة .



شكل (1) منحنى نمو الثمار ذات دورة النمو الواحدة .

اما المرحلة الثالثة فهي مرحلة النضج الفسلجي او البلوغ او اكتمال النمو وفيها يكتمل حجم الثمرة وتصل الى الحجم النهائي ويكون النمو بطيء في بداية المرحلة ثم يتوقف النمو بعد اكتمال الحجم مع استمرار التحولات الكيمياوية والفسلجيةداخل الثمرة .

ب-المجموعة الثانية ذوات دورتي النمو

Double-sigmoid curve

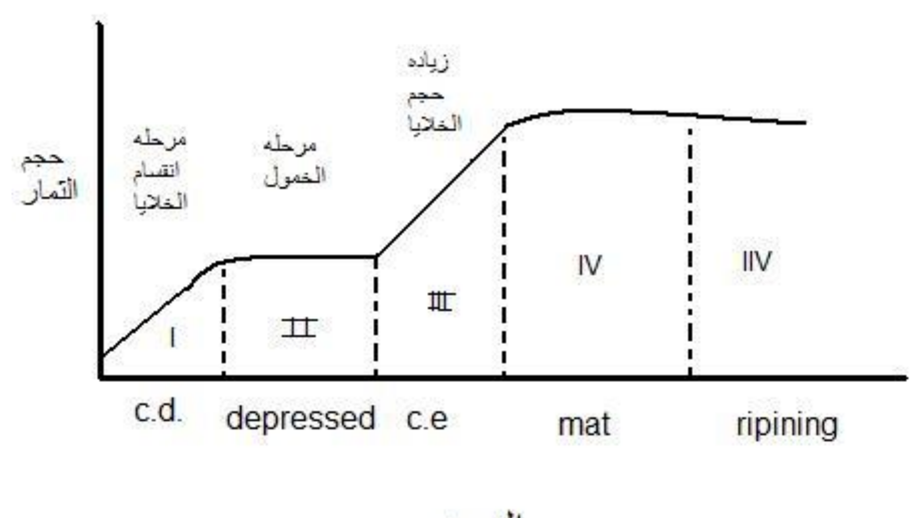
تشمل هذه المجموعة الثمار اللوزيه ومنها المشمش والخوخ والاجاص والكرز والتين والزيتون والعنب والتوت والشليك ومنحنى نمو هذه الثمار يكون ذات دورتين ويتكون من اربعة مراحل شكل(2) تشمل فترتين من النمو مفصولة بفترة من الخمول تضاف اليها زيادة على مرحلة البلوغ واكتمال النمو maturation وتمتاز المرحلة الاولى بنمو بطيء نسبيا ناتج عن انقسام الخلايا، لذا تسمى مرحلة انقسام الخلايا و تستغرق ثلاثين يوماً في المشمش وأربعين يوما في الخوخ.

وتبدأ من عقد الازهار حتى المرحلة الثانية مرحلة الخمول النسبي Depressed period ويستدل على بدأ مرحلة الخمول النسبي بتوقف

الزيادة في حجم الثمار ووزنها ويصبح المنحنى على شكل خط مستقيم، وتبدأ هذه المرحلة بتصلب طرف النواة الزهري وتمتاز هذه المرحلة باكتمال نمو الجنين ان السبب في عدم زيادة حجم الخلايا في هذه المرحلة، يعود الى امتصاص الجنين لمحتويات الاندوسبيرم او نقص الاوكسينات الذي يسبب انعدام نمو الثمرة .

المرحلة الثالثة هي الزيادة في الحجم(حجم الخلايا) Cell enlargment و تسمى احيانا final swell . وتتميز هذه المرحلة بالزيادة في حجم الثمرة ووزنها وقطرها نتيجة تجمع الغذاء من باقي اجزاء النبات .

أمّا المرحلة الرابعة فهي مرحلة اكتمال النمو او البلوغ وفيها يتوقف نمو الثمرة، وتبدأ بالنضج الفسلجي نتيجة تحولات كيميائية وفسلجية تؤدي بالنتيجة الى النضج النهائي كما تتكون طبقة شمعية على سطح الثمرة والجدول (2) يبين تاثير درجة النضج في مكونات ثمار الطماطة.



شكل (2) منحنى نمو الثمار ذات الدورتين .

جدول (2) تاثير درجة النضج في مكونات ثمار الطماطم.

Initial Maturity Stage	Weight fruit, g	Red color, hue	Firmness, N force	Soluble solids, %	Sugars mg/mL	Titratable acidity, %	Vitamin C mg/100mL
3	4.9	36.8	11.5	5.9	27	0.59	96
4	5.7	36.3	13.6	6.7	30	0.68	97
5	5.9	37.7	13.7	7.5	33	0.67	99
LSD.05	0.6	ns	1.5	0.8	3	0.09	ns

العقد والتوازن الهرموني الداخلي :

الاوكسين والعقد :

يبدأ تكوين الهرمونات فى الثمرة مع أول بداية انتقال حبة اللقاح إلى ميسم الزهرة إذ تنمو أنبوبة اللقاح داخل أنسجة القلم وهي بداية تكوين الثمرة، تحتوي حبة اللقاح على الاوكسين و الجبرلين التي تنشط وتصبح فعالة عند إنبات حبة اللقاح، ونمو أنبوبة اللقاح في أنسجة القلم ينشط بناء الاوكسين بأنسجة المبيض ويرتفع المستوى الاوكسيني بصورة ملحوظة بالأنسجة المحيطة بقمة أنبوبة اللقاح النامية ، ويحدث الإخصاب وينقسم الاندوسبيرم سريعا وينمو الجنين فيرتفع المستوى الاوكسيني، لزيادة الناتج منه فى نسيج الاندوسبيرم و الجنين إذ إنها أنسجة مرستيمية ويرتبط محتوى الثمرة من الاوكسين بعد العقد بنمو وتطور البذور في الثمار البذرية ارتباطا وثيقا بل يتوقف مدى استمرار الثمرة فى النمو والتطور و زيادة حجمها فى دورة نموها الأول بعد العقد على المستوى الاوكسينى بها. وان انخفاض مستوى الاوكسين يؤدي الى تساقط الثمرة البذرية ويعود تساقط الزهرة التي فشلت فى العقد الى نقص مستوى هذا الاوكسين .

وقد وجد ان الاوكسين يؤخر من تساقط الأزهار، فتطول الفترة بين وقت استعداد الزهرة للتلقيح وبين وقت تساقطها ويزيد من احتمال حدوث

الإخصاب والعقد الطبيعي، فقد أدت المعاملة بالاوكسين الى تحسين عقد البطيخ .

على الرغم من انه أمكن الحصول على ثمار بالعقد البكري بعد معاملة مبيض الأزهار لأنواع كثيرة بالاوكسين إلا أن ذلك لا يمكن تعميمه فمن الثابت انه لم يمكن الحصول على ثمار بكرية في اكثر من 80% من الأنواع البذرية فلا بد من توفر الاستعداد الطبيعي الموروث لتكوين ثمار بكرية العقد أي أن فرصة حدوث العقد البكري تزداد فى الأنواع التي تعقد بعض الأصناف بكرياً طبيعيا لاسيما إذا عوملت بمنظمات النمو الهرمونية .

ولا ينفرد الأوكسين بالدور الرئيسي فى دفع الثمرة للنمو و التطور، بل يشترك معه هرمونات أخرى مثل الجبرلين .

وقد وجد أن مستوى الأوكسين فى الثمار البذرية يكون اكثر ارتفاعا من نظيره في الثمار البذرية لنفس النوع النباتي فى طور الأزهار ولعدة أيام بعد حدوث العقد مباشرة، وقد ارتفعت نسبة الثمار المتساقطة بعد العقد بيوم أو بيومين فى الثمار البذرية، نتيجة لانخفاض الأوكسين بها في هذا الوقت بغض النظر عن سبب انخفاضه .

ولنمو البذرة دور كبير فى نمو الثمرة وزيادة حجمها إذ تمد البذرة الثمرة بالاوكسين القابل للانتشار Diffusible auxin ، ومثال ذلك ثمرة الشليك المتجمعة، فان حجمها يتوقف على الثميرات الاكينية Achenes والتي تمد نسيج التخت اللحمي بالاوكسين فتنمو انسجتها وتنمو معها الثمرة، وغياب أحدى الثميرات الاكينية يمنع الإمداد الاوكسيني لنسيج التخت، وبالتالي يمنع نمو الأنسجة بهذا الجزء وتبدو الثمرة غير منتظمة الشكل. وأمكن الاستعاضة عن الثميرة بوضع عجينة اللانولين المحتوية على 2 Naphthoxyacetic acid بتركيز 100 جزء فى المليون فتنمو الثمرة كما لو كانت كل الثميرات موجودة .

إنّ عدد البذور في الثمرة له دور كبير فى زيادة مستوى الأوكسين بها ومن ثم يرتبط حجم الثمرة بعدد البذور بها، فقد وجد أن محتوى الثمار الكبيرة كان خمس أضعاف ما بالثمارالصغيرة، والتي سقطت فى مرحلة التساقط الثمري الأول، وقد انخفض المستوى الاوكسيني بالثمار التي عقدت

دون تلقيح عنه فى الثمار التي عقدت بعد تلقيحها و إخصابها ثم سقطت في التساقط الأول، وفسر ذلك على أساس ان كميات الأوكسين المطلقة بالثمرة ليست هي المتحكمة فى التساقط من عدمه ولكن يحدده المستوى الاوكسيني بالثمرة وعلاقته بالمستوى الاوكسيني بالثمار المتاخمة لها في العنقود بمعنى انه عندما تنتج بعض الثمار من أزهار ملقحة والبعض من أزهار فشل تلقيحها فان الفرق الكبير بين المستوى الاوكسيني أي التدرج الاوكسيني يسبب التساقط السريع للثمار ذات المحتوى الاوكسيني الأقل، وقد لوحظ أن تدهور الجنين في الخوخ والكريز يؤثر على حجم الثمار وموعد النضج وقد يسبب موته أو ضمورة، التساقط الثمرة فى حين يؤدي ضمور الجنين فى آخر مراحل النمو (البيريكارب) قد يزيد من نمو الثمرة إن لم يكن له تأثير.

مصدر الأوكسين في الثمرة :

يختلف نوع النسيج المانح للاوكسين بالبذرة " نيوسيلة ، اندوسبيرم جنين ،قصره، تبعا للنوع النباتي وعمر البذرة، ففي العنب الكونكورد الأمريكي ارتبط نمو النيوسيلة انقسام وتضخم الخلايا لمدة أسبوع بعد الإزهار بنشاطها فى تكوين معظم الأوكسين بالبذرة، ثم يظهر الاندوسبيرم الخلوي فى اليوم التالي بعد العقد وبذلك يبدأ مصدر آخر للاوكسين بالبذرة حتى حين يقل تدريجيا المصدر النيوسيلي ويزيد فى المقابل المصدر الاندوسبيرم ثم يبدأ الجنين فى الانقسام بعد اربعة عشر يوم من العقد ثم ينمو ببطء حتى يصل أقصى نمو له في خمسة وعشرين يوماً من العقد وبذلك يشارك متأخراً فى إنتاج الأوكسين، أما الأغلفة البذرية فلها أيضاً دور بجانب الاندوسبيرم، لكن هناك اعتقاد يرى أن الاندوسبيرم هو مركز إنتاج الاوكسين ويصل الإنتاج لأقصاه عند تحول النواة الحرة Free nuclear الى الاندوسبيرم الخلوي Cellular endosperm .

مما سبق يتضح أهمية الفيتو هرمونات فى عقد الثمار من عدمه، وحاول كثير الافادة من الرش بمنظمات النمو، لإسراع إنبات حبة اللقاح وإسراع استطالة أنبوبة اللقاح، وبالفعل نشط IAA، IBA، NAA والجبرلين

والسايتوكاينينات من نمو حبة اللقاح و بالتالي زيادة العقد وكانت التركيزات المستعملة فى حدود ضيقة للغاية من 1-50 جزءآ فى المليون، بينما تمنع التركيزات العالية من إنبات حبة اللقاح ويستفاد من ذلك في برامج التربية للحصول على هجن اكثر منه لغرض تحسين العقد .

الجبرلين و العقد :

تمد البذرة الثمرة أيضاً بالجبرلين اللازم لنمو أنسجة الثمرة ، إنّ احتواء جدر المبيض على الفيتو هرمونات يساعدها على القيام بدور المستقبل في العلاقة Sink/Source Relation ، والتى تؤدي الى جذب المواد الغذائية المتكونة فى الأوراق لتخزن فى خلايا الثمرة المتكونة ، وتستجيب نباتات العائلة القرعية لمعاملات الاوكسين والجبرلين لإحداث العقد البكري وتتميز التركيزات المستعملة باتساع مداها إذآ يقع التأثير فى حدود 10 – 200 جزءآ فى المليون فى دفع الأزهار المعاملة للعقد البكري . وتدل النتائج على أن خلط اكثر من جبرلين يعطي تأثيرآ اكبر فى إحداث العقد البكري فى الثمار القرعية .

وتختلف الأصناف فى استجابتها فبينما لا يحدث أي تحسن فى عقد التفاح صنف Golden delicious بعد المعادلة بتسعة جبريلينات، نجد أن العقد زاد 40- 80 % بعد المعاملة ب 100 – 800 ppm فى الصنف Lombartacol villa ، وقد أمكن الحصول على عقد بكري للكريز لا تختلف عن الثمار العادية بعد المعاملة بمخلوط من2,4–D و 2,4,5-T و NAA وGA3 بتركيز 20 جزء فى المليون .

وإنّ للتوقيت الصحيح للمعاملة أثره الكبير في نجاح العقد البكري من عدمه، وكلما بكّر في الاستعمال زاد عدد الأزهار التي تعقد بكرياً، مما يجب معه إجراء خف عناقيد العنب مثلا أو الحبات، كما ان تأخير المعاملة لا يتحقق معه الزيادة المرغوبة فى حجم الحبة، لذا فإن أحسن وقت للمعادلة يكون بعد تساقط الأزهار التى فشلت فى العقد مباشرة .

تبدي الأصناف البذرية أو غالبيتها استجابة للمعاملة بـGA3 بل قد يسبب ضررا مثل انفصال الحبات وقلة المحصول وقلة نمو الأفرع الخضرية فى العام التالي للمعاملة كنتيجة لتأثيره في تأخير نضج الخشب سنة المعاملة وقلة الأزهار فى العام التالي .

السيتوكينين والعقد:

لوحظ وجود السايتوكاينين في ثمار الموز البكرية، بينما احتوت الثمار الغير البكرية على القليل من السايتوكاينين أو حتى غيابه كليا وقد أعطت المعاملة بمخلوط من BA + GA3 زيادة العقد البكري فى الموز .

معيقات النمو والعقد :

أدت المعاملة بـ CCC على العنب البذري لمدة تتراوح بين اسبوع واحد وثلاثة أسابيع قبل الأزهار بتركيز 10–100 جزءآ فى المليون الى زيادة عدد الثمار العاقدة بحوالي 20 %، وارتبطت الزيادة في عدد الحبات العاقدة بالزيادة فى تركيز السايكوسيل المستعمل .

مصطلحات اكتمال النضج .

يمكن استعمال مقاييس indices لتحديد الموعد المناسب لحصاد الثمار منها .

1- البلوغ maturation

في هذه المرحلة يصل حجم الثمرة الى الحجم المناسب لصنفها واكتمال النمو والحجم وقبل بدء النضج النهائي يصبح التمثيل الغذائي منتظمآ والثمرة مستعدة للدخول في مرحلة النضج النهائي، واحيانا تسمى بمرحلة النضج الفسلجي maturation physiological ، وتكون الثمار ذات صفات نوعية جيدة وقابلية خزنية، وهي المرحلة التي تكتمل في نهايتها جميع التغييرات الحيوية والفسلجية المميزة للصنف، وكلما تقدمت نحو النضج

تحسنت صفاتها الاكلية وقلت قابليتها الخزنية . ويمكن الاستدلال على النضج الفسلجي من ثبات سرعة التنفس واذا قطفت الثمار في هذه المرحله فيمكنها ان تستمر بالنضج حتى تصل الى مرحلة النضج النهائي .

2- النضج النهائي Ripening

تمر الثمرة بسلسلة من التغيرات في اللون والطعم والنكهة والرائحة وزيادة نسبة السكريات وانخفاض الحموضة وتقل صلابتها وتصبح صالحه للاكل.

3- البلوغ البستاني Horticultural maturation

وهي المرحلة التي تكون فيها الثمار صالحة للاستعمال او الاكل عند القطف في اي مرحلة من مراحل النمو، وقد يقع النضج الفسلجي والبستاني والنهائي في نفس الوقت وهنا يقع ضمن تعريف النضج النهائي Ripening ويمكن تقسيم الثمار الى ثلاث مجاميع من حيث البلوغ البستاني :

أ- ثمار يتم حصادها قبل مرحلة النضج الفسلجي او قبل البلوغ مثل الخيار والقرع والفلفل.

ب- ثمار يتم حصادها عند مرحلة النضج الفسلجي او البلوغ وتصبح صالحة للاكل بعد فترة معينة من الخزن او الانضاج مثل الكمثرى والتفاح والموز.

ج- ثمار يتم حصادها بعد بلوغ مرحله النضج النهائي Ripening مثل الشليك والعنب والطماطم الحمراء

مقاييس النضج

تقسم مقاييس النضج الى :-

أ- مقاييس حسيه او مرئية visual indices

وهي المقاييس التي تعتمد على الحواس البشريه كالنظر والذوق واللمس وتشمل :-

1- التغير في لون قشرة الثمرةskin color وهو انحلال اللون الاخضر وظهور اللون الاساس

2- التغير في لون لب الثمار او لحم الثمار Flesh color

3- التغير في طعم او نكهة الثمار

4- التغير في رائحة الثمار

5- التغير في صلابة الثمار

ب- المقاييس الفيزيائية :

هي المقاييس التي يمكن قياسها بأساليب فيزيائية مثل مقياس القوة و الحجم و الكثافة و تشمل

1- الكثافة النوعية للثمار

$$\text{الكثافة النوعية للثمار} = \frac{\text{وزن الثمرة}}{\text{حجمها}}$$

2- حجم الثمار المميزة للصنف .

3- شكل الثمار المميزة للصنف عند البلوغ .

4- سهولة انفصال الثمار عن النباتات.

5- صلابة الثمار .

ج- المقاييس الكيمياوية Chemical indices

المقاييس التي تعتمد على التغيرات الكيمياوية في الثمار عند النضج، ومنها :-

1- نسبه السكريات في الثمار .

2- نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية TSS .

3- نسبة الحموضة الكلية Total acids .
4 تركيز صبغة الكلوروفيل chlorophyii او الكاروتين carotene او الانثوسيانين Anthocyanine في قشرة الثمار او عصيرها .
5- نسبة المواد الصلبة الذائبة الى نسبة الحموضة TSS\acid .
6- تركيز النشأ (خاصة لتحديد نضج المانكو).
7 تحلل البكتين الاولي Proto pectin Hydrolysis
8- زيادة نسبة الزيت (الزيتون و الافكادو).
9- زيادة المواد المسؤولة عن ظهور نكهة الثمار كالمواد الايسترية Esters .

د- المقاييس الفسلجية physiological indices

تعتمد التغيرات الفسلجية في الثمار خلال النمو والنضج ومنها :-
1- التنفس .
2- النقص في مقاومة الثمار للنضج، مثل: زيادة حساسية الثمار للاثلين وزيادة انتاجه في الثمرة.
3- التغير في الخواص الفيزياوية للبروتوبلازم ينحسر السايتوبلازم الى جهة جدار الخلية ويزداد حجم الفجواة داخل الخلايا وتنحل البلاستيدات .
4- نقص قابلية تحمل الثمار للخزن في الظروف الغير ملائمة Stress.

5- المقاييس الحسابية:

1- عدد الايام من اكتمال التزهير الى الحصاد.
2- عدد الوحدات الحرارية المتجمعة خلال فتره نمو الثمار.
ان المدى الحيوي (7-30)م° لكن هذا المقياس يكون غير دقيق خارج المدى الحيوي (7-30)م° وهناك مرحلتان حيويتان في المقاييس :-
أ- المرحلة الحرجة الاولى خلال ثلاثون الى ستين يوماً بعد التزهير .
الحرارة المنخفضة خلال هذه الفترة تؤخر نمو الثمار ونضجها والحرارة المعتدلة او الدافئة تساعد على تبكير نمو الثمار ونضجها .
ب - المرحلة الحرجة الثانية : تكون خلال عشرين الى ثلاثين يوماً قبل الجني، الحرارة المنخفضة اقل من الحرارة الحيوية تسرع من نضج الثمار لكن يكون عمرها الخزني قصيراً و تشمل هذه الحالة premature

ripening او قد تؤدي الحرارة المنخفضة الى تساقط الثمار، لان درجة الحرارة المنخفضة خلال هذه الفترة تحول النشأ الى سكر وتحلل البكتين، مما يؤدي الى النضج .

التغييرات التي تحدث في الثمار اثناء النضج :-

1- تحوّل النشأ الى سكر.
2- تحوّل البكتين غير الذائب الى بكتين ذائب.
3- تقل نسبة الحموضة.
4- يقل تركيز المواد الفينولية.
5- المواد القابضة او التانينية تتحلل او تختفي .
6- يحدث توازن بين السكريات والاحماض العضوية.
7- تلون لب الثمار .
8- تزداد حلاوة الثمار، نتيجة زيادة السكريات .
9- يختفي اللون الاخضر و تظهر الالوان الاخرى، نتيجة تحلل الكلوروفيل
10- يحدث ارتفاع مفاجئ في سرعة التنفس .
11- تتكون بعض المواد المتطايرة volatiles.
12- زياده تركيز صبغات الكاروتين carotene والزانثوفيل xanthophylls والانثوسيانيين athocyanins.
13- تزداد نسبة المواد الصلبة الذائبة.
14- يزداد محتوى الثمار من المادة الجافة.

فقدان الوزن weight loss

النسبة المئوية لفقدان الوزن كيف تتم؟ وما هي العوامل المحددة لفقدان الوزن؟ بعد الحصاد لابد ان نعرف حقيقة مهمه هي إن الثمرة عندما تكون ملتصقة بالنبات الام، فالنبات سيجهز الثمرة بكل ما تحتاج اليه من ماء وعناصر غذائية متى ما فقدت الثمرة ولأي سبب ظرفي أن الثمرة عندما تقطف ستنقطع علاقتها بالمصدر المجهز لهذه المواد، من هنا كان التفكير في ظروف السيطرة على كل العوامل التي يمكن ان تكون سبباً في فقدان هذه المواد، لأنّ ذلك سوف يؤثر سلبا على شكلها وقيمتها الغذائية، وبالتالي على عمرها الخزني، وعلى هذا الاساس اعتبر الفقد بالوزن اهم اسباب تلف الثمار فسلجيا .

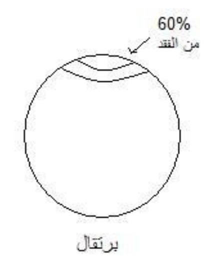
ان الفقد بالوزن هو احد اشكال التلف، وان فقدان 5% من المحتوى الرطوبي للثمار سيجعل الثمرة تحت إجهاد النقص في محتواها الرطوبي وإذا إزدادت نسبة فقدان الرطوبة الى 7% ستصبح الثمرة غير مفيدة اقتصاديا وغذائيا، لان مثل هذا الفقدان في درنة البطاطا مثلاً سيؤدي الى ان تكون الثمرة مجعدة و ذات قوام اسفنجي او جلدي ويلاحظ تصلب غلاف الدرنة و ليس اللب

وان الفقد 5% من الوزن سيؤدي الى فقدان v.c ، وبعض الثمار تفقد الكاروتين و هذا يعني فقدان v.c ، لانه احد مصادره، وتقل نسبة السكريات وبالتالي سنخسر جزءا" من الطاقة الموجودة في الثمرة كذلك الاحماض العضوية وهي أولى الحوامض المفقودة من الثمار .

ان زيادة عملية فقدان وزن الثمار سوف تقلل من قابلية هذه الثمار الحية على مقاومة الاحياء المجهرية والحشرات، نتيجةً لتأثر خلايا الثمار الخارجية .

وان زيادة عملية فقدان الوزن تزيد من حساسيةالثمار للاصابه بالاضرار الفسلجية، وكلما زاد فقدان الوزن تحلل الكلوروفيل بشكل اكثر لاسيما في المحاصيل الورقيه، وفي ثمار اخرى يؤدي الى تسريع نضج الثمار.ولابد ان نعرف ان الثمار الورقية يمكن ان تتحمل نسبة فقدان وزن تصل الى 10% دون ان يؤثر على صفاتها الفيزياوية والكيمياوية، ويؤدي الى زيادة حساسية الثمار وزيادة فعالية المركبات الفينولية ، والفقد يكون اكثر في

منطقة اتصال الثمرة بالغصن، فقد يصل الى 60% من الفقدان الرطوبي من الثمار كما في النموذج التالي .



ويزداد الفقد الرطوبي مع تاخير تبريد الثمار وخاصة التبريد الاولي بعد الجني كما في الجدول(3)

جدول -3 تاثير تاخير التبريد في نوعية الثمار.

Table 3. Effect of Delayed Cooling on Snap Bean Quality

Delay Time (hours)	Weight Loss (%)
1	2.2
3	2.8
5	10.0

Duplicate boxes held, cold stored, and reweighed.
Source: W. Hurst, University of Georgia, 1982.

العوامل المؤثرة في سرعة فقدان الوزن في الثمار:-

هناك العديد من العوامل التي تؤثر سلبا او ايجابا على فقدان الوزن في الثمار . قسم منها متعلق بالمحصول نفسه و قسم اخر متعلق بالظروف المحيطه بالمحصول :-

أ- العوامل الخاصة بالمحصول :-

تختلف ثمار الفواكه والخضروات فيما بينها بقيمة الفقدان بالوزن، والعامل التشريحي والفيزياوي والكيمياوي هو الاساس في ذلك، وعلى هذا الاساس يمكننا ان نقول ان كل نوع نباتي ستختلف سلوكيته في مقدار الفقد الرطوبي عن الاخر تبعا لهذه العوامل الرئيسية واهمها:-

j1- حجم الثمرة : Fruit size

يؤثر الحجم في عملية فقدان وزن الثمار لتأثيره على نسبة المساحة السطحية للثمرة محسوبةً الى وزنها و بعبارة اخرى زيادة حجم الثمرة يعني قلة نسبة المساحة السطحية الى الوزن فالثمار الصغيرة ستكون مساحتها السطحية كبيرة جدا قياسا الى وزنها، في حين ستكون المساحة السطحية للثمار الكبيرة الحجم قليلة قياسا الى وزنها الكبير.

وان النتح يعتمد على المساحة السطحية لذلك هناك علاقة طردية بين الرطوبة المفقودة وبين المساحة السطحية للثمرة لذا نتوقع ان الثمار الصغيرة الحجم الكبيرة المساحة ستكون في هذه الحالة كبيرة الفقد الرطوبي قياسا الى الثمرة الكبيرة الحجم، لذا نتوقع ان الثمار الصغيرة الحجم ستذبل اسرع من الثمار الكبيرة، كذلك فإن الثمار الصغيرة العمر لم يكتمل فيها نمو الطبقة الشمعية بشكل كامل على جدرانها مما يسهل الفقد الرطوبي من الثمار الصغيرة .

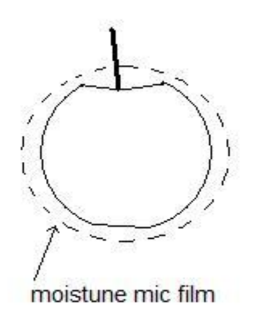
2- سمك وطبيعة الكيوتكل Cuticle thickness :-

هناك علاقة عكسية بين سمك طبقة الكيوتكل الشمعية وبين سرعة النتح او الفقدان الرطوبي، وكلما زاد سمك الطبقة الشمعية قل الفقدان الرطوبي نتيجة لتثبيط عملية النتح، المواد الشمعية هي مواد غير منفذة للماء، وتختلف الثمار فيما بينها بقدرتها على تكوين الطبقة الشمعية عندما تقارن بين نسبة الفقد بالوزن لثمار الكمثرى والتفاح نجد ان الاول اكثر نسبة من الثاني، بسبب قلة المادة الشمعية او انعدامها، وعندما نقارن ثمرة الكمثرى مع ثمرة الشليك نلاحظ ان ثمره الشليك تفقد من وزنها في يومين مايعادل ما تفقده ثمرة الكمثرى في ستين يوماَ تحت نفس الظروف، بسبب عدم وجود الطبقة الشمعية في هذه الثمار اضافة الى زيادة مساحتها السطحية قياسا الى الوزن، لذلك يمكن ان نقول ان ثمار الشليك يمكن ان تتلف 100% بعد اربعة ايام من الحصاد.

وإنّ المحاصيل الجذرية كالجزر والشوندر والشلغم، والدرنية كالبطاطا، والبصليه كالبصل والثوم تكون عديمة المادة الشمعية لذلك فإن تقليل فقدان الوزن في هذه الانواع قد يعود الى بعض التراكيب التشريحية فيها فالبطاطا تكون طبقه فلينية والبصل اوراق حرشفية والشلغم قشرة جلدية وفي كل الثمار اعلى نسبة فقدان رطوبي تصل 60% تحدث في منطقة اتصال الحامل بالثمرة والتي هي في الاساس عبارة عن جرح ينزف.

آلية الفقدان الرطوبي :

كل ثمرة محاطة بطبقة رقيقة من الرطوبة moisture micro film، لهذه الطبقة اهمية كبيرة جدا وهي الاساس في عملية الفقد الرطوبي، لأنها تخلق حالة من الموازنة بين الرطوبة داخل الثمرة وخارجها .وعند حدوث تيار هوائي سيزيح هذه الطبقة الرطبة القليله والثمرة كرد فعل منها ستصدر رطوبة بدل المنطقة المزاحة كما موضح في النموذج التالي.



3- عدد الثغور و حجمها No. and size of stomata

الثغر فتحة طبيعية في جدار الثمرة ومسيطر عليها بفتحها اوغلقها ، موجودة على سطح بشرة الانسجة النباتية وتلعب دوراً هام في عملية التبادل الغازي والتنفس والنتح، ويمكن ان تلعب كذلك دوراً في نضج الثمار . مايميز هذه الفتحات ان عملية فتحها وغلقها مسيطر عليها من قبل النبات، كما ان عدد الثغور وحجمها يختلف بإختلاف نوع الثمرة، لذلك تختلف النسبة المئوية لفقدان الوزن وتتغير باختلاف عدد الثغور . الخضر الورقية اضافة للجزر تتميز باحتوائها على نسبة عالية من الثغور، لذلك يكون الفقد الرطوبي فيها عالياً في حين ان اغلب ثمار الفواكهة و الخضر يكون عدد الثغور قليلاً فيها و تنعدم في الحاصلات الدرنية والجذرية .

4- العديسات : Lanticels

يكون فتح وغلق العديسات غير مسيطر عليه ، وهي عبارة عن فتحات طبيعية وعلى هذا الاساس هناك علاقة طردية بين عدد هذه العديسات والفقد الرطوبي، مايميزها يمكن ان تكون موجوده على الجذور والسيقان والثمار، لكنها تكون معدومة في الخضروات الورقية. ان عملية انفتاح العديسات على الدوام سوف يسمح بعملية التبادل الغازي وبما ان عملية التنفس تكون اسرع بوجوده وتوفره بشكل مستمر، لذلك نتوقع ان الثمار الناضجة التي تحتوي عديسات بشكل اكبر واكثر من الثمار الحديثة التكوين، ستذبل قبل الثمار الصغيرة التي لازالت في مراحل النمو الاولى .

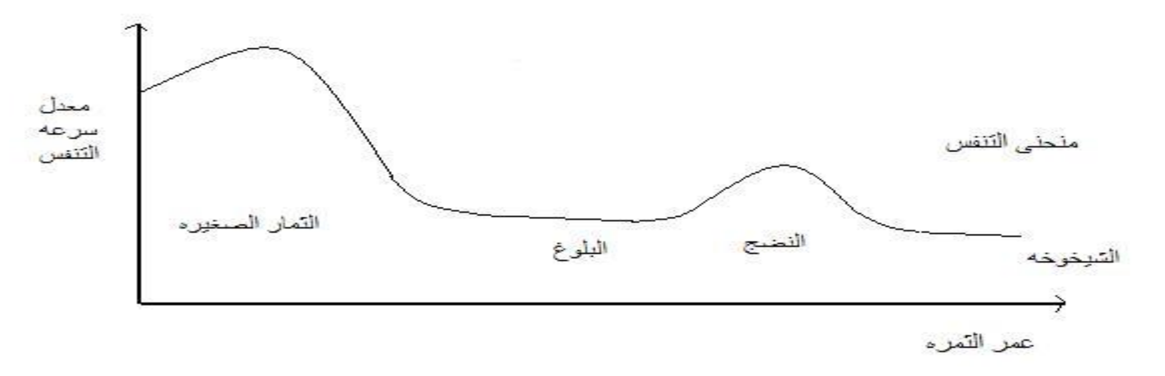
5- وجود الشعيرات (الزغابات) trichomes

وجود اي شعيرات على قشرة الثمرة يؤدي الى تقليل الفقدان الرطوبي من خلال تأثيرها على عملية النتح او التبخر، لدور هذه الشعيرات في تقليل

شدة وسرعة التيارات الهوائية وكذلك في المحافظة على المحتوى الرطوبي في هذه المنطقة، لذلك نلاحظ ان الخوخ الاملس يذبل اسرع من السفرجل والخوخ الصوفي.

6- مرحله النمو growth stage

تعتبر مرحلة النمو هامة في التأثير على مقدار الفقد بالوزن وان الثمار في مراحل نموها الاولى تكون اسرع في فقدان محتواها الرطوبي مقارنة بالثمار الناضجة للاسباب التي ذكرت سابقآ كما في الشكل (3) الذي يبين العلاقة بين نمو الثمار وسرعة تنفسها كما ان عمر الثمار له علاقة مباشرة بنسبة فقدان الرطوبة من الثمار كما في الشكل (4) .



شكل (3) العلاقة بين عمر الثمرة ومعدل سرعة التنفس

7 - التركيب الكيمياوي للثمار

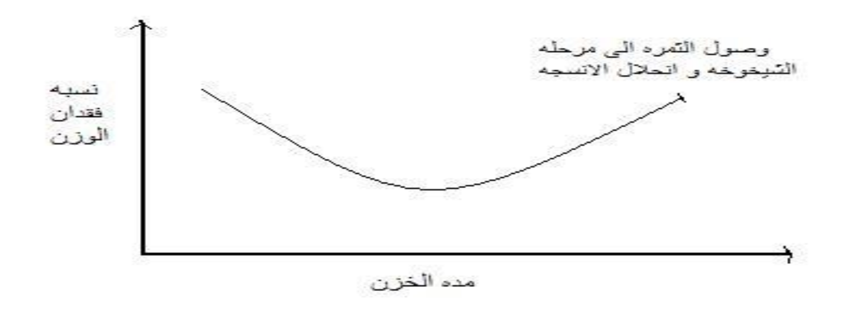
يلعب التركيب الكيمياوي للثمار دورا هامآ وكبيرا في مقدار التاثير على النسبة المئوية لفقدان الوزن. ولابد ان نعلم ان هناك علاقة عكسية بين هذين العاملين، فزياده المكونات الكيمياوية بالاخص الذائبة تعمل على تقليل الفقدان الرطوبي في ثمار الخضروات والفواكة لاسيما السكريات الذائبة والاحماض العضوية والفيتامينات والمعادن .

زيادة المواد الصلبة الذائبة TSS تعمل على تقليل الفقدان بالوزن من خلال تقليل الضغط البخاري للماء داخل الثمرة، قلة الضغط البخاري يمنع او يعوق جزيئات الماء ويقلل من قابليتها على التبخر لذلك فالماء النقي الخالي من وجود اي مواد صلبه ذائبه سيكون ذات ضغط بخاري عالي وبالتالي فأن قابلية مثل هذا الماء للتبخر ستكون عالية، لذلك نتوقع قلة المحتوى الرطوبي للثمار سترافقها زياده في كمية الــ TSSوبالتالي قلة الضغط البخاري للماء .

وكلما كانت الخلية النباتية فتية. اي لازالت صغيرة ازداد الفقد الرطوبي، وكلما زاد TSSانخفض الضغط البخاري وبأنخفاضه سيقل مقدار الفقد بالوزن وكلما زادت نسبة TSS اصبحت للثمرة القدرة على مقاومة الفطريات أكثر من ثمره اخرى ذات TSS اقل، لان TSS تعتبر مواداً حافظة.

8- التركيب المرفولوجي للثمار fruit morphology :-

يؤثر شكل الثمرة على مقدار ما يمكن ان تفقده من محتوى رطوبي ، والمعروف ان الثمار تختلف في اشكالها وفي طبيعة كل جزء من اجزائها فهناك محاصيل ورقية كما في اللهانة والخس والسلق والسبانغ، في حين ان هنالك ثمار هي في الاصل عبارة عن جذر، كما في الشوندر والجزر والشلغم وثمار اخرى عبارة عن سيقان، كما في حالة البطاطا او عبارة عن نورة كما في القرنابيط والبروكولي او تكون على شكل ثمرة عادية تتكون من المبيض الناضج مع الاجزاء الاخرى من الزهرة او بدونها كما في الطماطم والخيار والباذنجان والخضر الورقية عموماً، لان مساحتها الورقية واسعة فيكون مقدار الفقد فيها عالياً، إذ التنفس والنتح فيها عاليا فيها فيكون مقدار الفقد الرطوبي فيها عالي اعلى من درنات البطاطا وثمار التفاح .
لكن ما يميز الخضروات الورقية تبقى صالحة للتسويق حتى عند وصول الفقد فيها الى 10%، اما الثمار الاخرى تكون غير صالحة عند هذه النسبة وغير صالحة للاستهلاك البشري عندما تكون نسبة الفقد الرطوبي اكثر 5% بشكل عام.



شكل (4) نسبة فقدان الوزن مع نمو الثمار ونضجها

ب- الظروف المحيطة بالمحصول:-

كل ثمرة سواء كانت على النبات او بعد الحصاد تحيطها مجموعة من العوامل البيئية وتؤثر بها والتي يمكن ان تؤثر بها سلبا او ايجابا، وسنحاول قدر الامكان ان نتكلم عن هذه العوامل:-

1- درجة الحرارة : Temperature

هذا احد اهم العوامل التي تؤثر في الفقد الرطوبي للماء، علما ان هناك علاقة طردية بين درجة الحرارة وزيادة الفقد الرطوبي، بسبب ان ارتفاع درجة الحرارة ستزيد من قابلية الهواء على حمل اكبر كمية من بخار الماء والتي سيتم الحصول عليها من الثمرة .

كما ان ارتفاع درجة حرارة الثمرة سيعمل على زيادة تبخر الماء لاسيما الماء الحر الموجود في المسافات البينية داخل الثمرة اولا والحرارة عامل مهم في تحويل الماء من الحالة السائلة الى الحالة الغازية، وان كل 1غم H_2O يتحول الى بخار ماء يحتاج الى 540 cal وان الحرارة سترفع من درجة حرارة الثمرة ومكوناتها وكلما ارتفعت درجة الحرارة في الثمرة زاد الفقد الرطوبي والجدول (4) درجات الحرارة المناسبة لخزن بعض المحاصيل.

جدول (4) درجات حرارة الخزن المناسبة لبعض المحاصيل البستنية

Recommended storage temperature a selection of fruits and vegetables

1 - 4 °C	5 - 9 °C	> 10 °C
Apple	Avocado (temperate origin)	Avocado (sub-tropical)
Asparagus	Zucchini	Pawpaw
Berry fruits	French Bean	Grape fruit and Lemon

Broccoli	Passion fruit	Mangoes
Peach and Plum	Egg plant	Banana
Cherry	Capsicum	Pineapple
Grapes	Cucumber	Sweet potato
Lettuce	Mandarin orange	Tomato
Mushroom	Potato	Pumpkin
Carnation	Protea	Ginger

Farzana Panhwar May 2006

2- حركة هواء المخزن Air movement :-

هناك علاقة طردية بين سرعة هواء المخزن والنسبة المئوية لفقدان الوزن، بسبب ان التيار الهوائي السريع سترتفع قابليتة على ازالة طبقة بخار الماء المشبعة الرقيقة التي تحيط بالثمرة، لاسيما المنطقة التي تحيط بالعديسات والثغور، واستمرار ازالة هذه الطبقة المشبعة يعني زيادة الفقد الرطوبي لان الثمره تعوض هذه الطبقه لذلك يجب ان تكون حركة الهواء داخل المخزن محسوبة بشكل دقيق، ويجب ان توجد حركة للهواء حول الثمار، يعني عدم السماح لتراكم الحرارة الناتجة من عملية التنفس، وعدم السماح بتراكم الغازات المتطايرة كالاثلين والاستلين، مما يؤدي الى تلف الثمار المخزنة وسرعة نضجها في حين أنّ زيادة حركة التيار الهوائي تعني زيادة الفقدان الرطوبي، لذلك تكون سرعة التيار الهوائي وسط بين السرعة التي تزيد الفاقد الرطوبي وبين عدم السماح بتراكم الغازات والسرعة المثالية هي ثلاثة عشر الى ستة عشر قدم/ثا لتيار الهواء في المخزن .

3- الرطوبة النسبية Relative humidity

هي نسبة تشبع الهواء الموجود في المخزن ببخار الماء تحت درجة حرارة ذلك المخزن، وكلما زادت درجة حرارة المخزن ازدادت قابلية الهواء على حمل بخار الماء، وزيادة فقدان الوزن من الثمار، لذلك في بداية خزن الثمار تكون درجة الحرارة مرتفعة فإن النسبة المئوية لفقدان الوزن عالية في الوقت نفسه فان قلة النسبة المئوية للرطوبة تعني زيادة نسبة فقدان الوزن، وستكون سرعة تبخر الرطوبة من الثمار عالية، محاولة من هذه الثمار للوصول الى حالة التوازن في نسبة الرطوبة داخل وخارج الثمرة، لذلك نزيد الرطوبة داخل المخزن الى معدلات تقارب المحتوى الرطوبي للثمار المخزنة .

علما ان التبخر يكون اقل مما يمكن من الثمار اذا ما كانت الرطوبة النسبية لجو المخزن تساوي 100%ويمكن ان تتوقف عملية التبخر بشكل اقرب الى الكلي عندما تتساوى كل من درجة الحرارة ونسبة الرطوبه في داخل الثمار وخارجها في الجو المحيط بها، لكن زيادة نسبة الرطوبة توفر المناخ الملائم للاحياء المجهرية المسببة لتلف الثمار.

وهناك عدة طرق لتقليل فقدان الرطوبة من الثمار هي:-

أ- خزن الحاصلات في درجات حرارية منخفضة ضمن الحدود لتقليل ضغط بخار الماء.

ب- خزن الحاصلات المقطوفة في رطوبة نسبية عالية لتقليل فقدان الماء.

ج- تبريد المحصول بسرعة Pre-Cooling لازالة الحرارة الحقلية قبل الخزن.

4- ضغط بخار الماء water vapors pressure

لبخار الماء ضغط حاله كحال اي غاز اخر وهذا الضغط ينتقل من مناطق الضغط العالي الى مناطق الضغط المنخفض، وعندما يكون ضغط بخار الماء داخل الثمرة اكثر من ضغط بخار الماء للهواء المحيط بالثمرة ، هذا يعني زيادة الفقد الرطوبي للثمار، لمحاولة الوصول الى حالة الموازنة، هذا سيؤدي الى سرعه تبخر الماء من الثمرة وبالتالي زيادة الفقد الرطوبي لها، لذلك فإن سرعه تبخر الماء ستزداد من الثمرة كلما زاد فرق الضغط في

ضغط بخار الماء بين الثمرة والهواء المحيط بها ، تسمى هذه الحالة موازنة ضغط بخار الماء (VPD)vapors pressure defect يمكن ان يؤثر في هذا العامل مجموعة من العوامل الاخرى متداخله منها TSSودرجة الحرارة وسيتوقف التبخر تماما عندما يكون مقدار الفرق في ضغط بخار الماء صفر .

مع العلم ان اغلب الماء في المسافات البينية في الثمار يكون بشكل حر، لذا فأن عملية التخلص منه ستكون بشكل اسهل من المسافات البينية الى الخارج كما يتبخر من بعض الخضروات الورقيه ان المسافات البينيه للخلايا تكون مشبعه ببخار الماء الا في حالة نادرة عندما تذبل مثل هذه الخضروات لذا سرعه الفقد الرطوبي تعتمد بشكل رئيس على الفرق في ضغط بخار الماء وان ارتفاع درجة الحرارة سيزيد من سرعة التبخر لانه يزيد من الفرق في ضغط بخار الماء في المسافات البينية في الثمار كما ان انخفاض حرارة المخزن نجد ان الماء او بخاره سيتكثف على شكل قطرات ماء و يشكل قطرات ماء على سطح الثمرة او جدران المخزن . اذا ضغط بخار الماء يعتمد على عاملين الحرارة و الرطوبة النسبية .

5- الضغط الجوي . Atmospheric pressure

التبخر يكون سريعآ كلما انخفض الضغط الجوي في المخزن مقارنة بالضغط الجوي المرتفع الاعتيادي 760 mmhg . وتقليل الضغط الجوي حول المحصول يعمل على زيادة سرعة تبخر الماء الموجود داخل الثمرة وهذا يعني ان هناك علاقة عكسية بين كل من سرعة التبخر والضغط الجوي، فإذا انخفض الضغط الجوي في جو المخزن بمقدار 10% وهذا يعني ان فقدان الوزن من الثمار لكل المكونات الغازية من ضمنها الماء ستنخفض هي الاخرى بالمقدر نفسه 10%، وكلما زاد انخفاض الضغط الجوي وارتفاع في درجة الحرارة او انخفاض في نسبة الرطوبة فإن مقدارالفقد في وزن الثمار سوف يزيد ويكون اكثر شدة وهذا مانتوقعه في المخازن ذات الضغط الجوي الهوائي المخلخل .

التبريد السريع بعد الحصاد:-

لنجاح العناية بالثمار بعد الحصاد يتبع مايأتي:-

1- حصاد الثمارفي مرحلة النضج القياسية.
2- تخزين محصول جيد يتحمل ظروف التداول بعد الحصاد.
3- العناية بعمليات الفرز والتدريج والتعبئة والشحن لتجنب الاضرار الميكانيكية.
4- تجنب تعريض الثمار لدرجات الحرارة العالية بعد الحصاد.
5- حماية الثمار من اضرار البرودة.
6- ازالة حرارة الحقل من الثمار(التبريد السريع للثمار بعد الحصاد).
7- منع التباين او التذبذب في درجات الحرارة اثناء الخزن.

اهميه تبريد الثمار بعد الحصاد :-

1- تأثير التبريد على سرعة التلف بعد الحصاد .
2- تأثير التبريد على سرعة التنفس وانتاج الحراره الحيوية اثناء الخزن.
3- تأثير التبريد على نمو وانتشار الاحياء المجهرية المسببة للتلف.
4- اثر التبريد على فقدان الوزن والذبول بعد الحصاد .
5- اثر التبريد على التزريع والنمو اثناء الخزن .
6- منع استجابة المحاصيل للجاذبية الارضية والضوئية.
7- منع حدوث ظاهرة الاخضرار بعد الحصاد .

طرق التبريد السريع :-

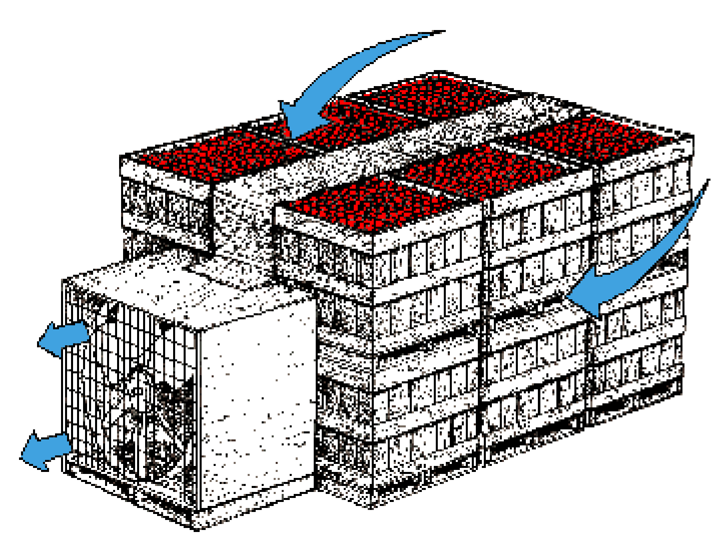
1- استعمال غرف التبريد الثابتة Room cooling :-

تشمل هذه الطريقة امكانية استعمال مخازن التبريد الميكانيكية الاعتيادية لاغراض التبريد السريع مع تحوير بزيادة سرعة حركة الهواء داخل قاعة الخزن، باستعمال مراوح اضافية قوية لها القدرة على زيادة حركة هواء المخزن الى 200-500 قدماً/دقيقه، ويجب ايقاف المراوح الاضافية بعد وصول درجة حرارة الثمار الى الدرجة المطلوبة، لتجنب ذبول المحاصيل هذه الطريقه سهله وبسيطه لكن عيوبها انها بطيئه وهناك تحوير لزيادة كفائتها بتغيير حركة الهواء وجعله يتجه من السقف الى الاسفل بدلا من ضخ الهواء بصورة افقية تحت سقف الغرفة وذلك بتزويده بأنابيب نفخ الهواء على ارضية المخزن ومن ثم يتوزع الهواء البارد بين صفوف العبوات.

2- **طريقه التبريد بالهواء المدفوع جبرا** forced -air cooling:-

تتم هذه الطريقة بأجبار الهواء البارد على الدخول داخل الصناديق او العبوات والدوران حول الثمار بداخل العبوات وامتصاص الحرارة منها بسرعة فائقة ثم يسحب الهواء الحار من بين العبوات بأتجاه اجهزة التبريد الميكانيكي، ليبرد ويعاد استعماله مرة اخرى ويمكن اجبار الهواء البارد على الدخول الى داخل العبوات وذلك بأحداث اختلاف في ضغط الهواء على جانبي صفوف العبوات المرصوصه بانتظام في وحدات الخزن الموزعة في المخزن المبرد وتستعمل مراوح او مفرغات هواء قوية، لسحب الهواء من الفراغ الموجود بين مجموعتبن او صفين من العبوات فيحدث تخلخل بالضغط مما يجبر الهواء على دخول العبوات والدوران حول الثمار حيث يستعمل البلاستك او الكارتون، لغلق الفجوة بين مجاميع العبوات من الاعلى كي يحدث تخلخل في الضغط يكفي، لأجبار الهواء على الدخول داخل الصناديق شكل (5) ان هذه الطريقة تسبب ذبول الثمار بسرعه، لذلك يجب ترطيب الهواء المستعمل في التبريد ان نوع العبوات وطريقة التعبئة يجب ان تكون مناسبة، لاجراء عمليه التبريد بالهواء المدفوع جبرا فالصناديق يجب ان تحتوي عدداً كافياً من الثقوب او الفتحات الطويلة اللازمة، لمرور الهواء داخل الصندوق كذلك يجب عدم تبطين الصناديق بالبلاستك وعدم

وضع المحاصيل داخل اكياس الورق او البلاستك، لان الهواء يدور حول الاكياس ولا يدخل الى داخل الثمار .



"Shell" arrangement of bulk boxes for forced-air cooling.

شكل (5) تنظيم الصناديق في المخزن المبرد بالهواء المدفوع جبرا

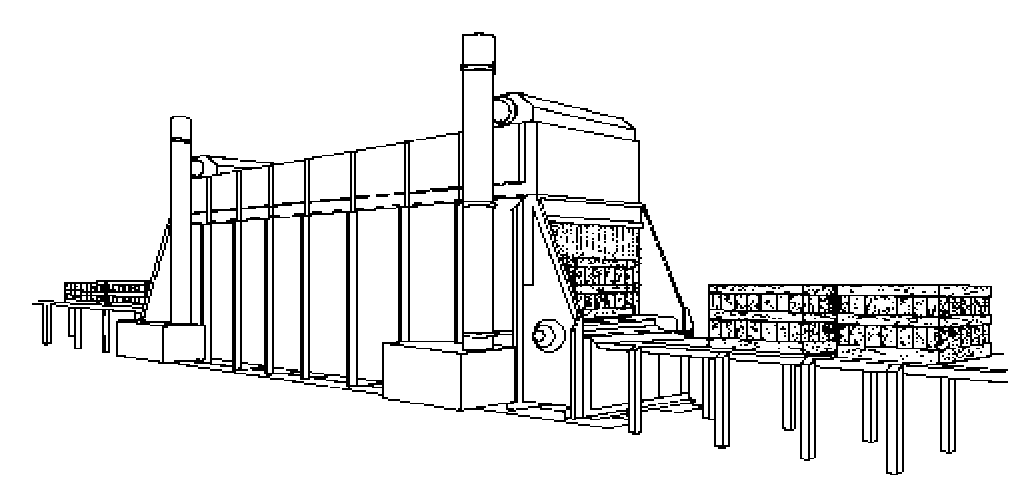
في حالة استعمال الصواني الكارتونية او البلاستكية داخل الصناديق الكبيرة (لتجنب الاضرار الميكانيكية) يجب ان توضع هذه الصواني بطريقة لا تتعارض مع حركة الهواء داخل الصندوق كما يفضل ان تكون الفتحات او الثقوب المخصصة لدخول الهواء في مواقع اسفل واعلى الصواني المستعملة في التعبئة كما في حالة تعبئة صناديق البيض.

عند تبريد الثمار المعبئة في صناديق كارتون مثقبة يجب ان لاتقل مساحة الثقوب عن 4% من مجموع المساحه الجانبيه للصندوق، لغرض دخول كمية كافية من الهواء البارد الى داخل الصندوق، لزيادة سرعة التبريد اما عند استعمال عدة صفوف من صناديق الكارتون المثقبة بعضها الى جانب بعضها الاخر فيجب ان ترص بشكل يجعل الثقوب الجانبية مقابلة لمثيلاتها في الصف الاخر، ليمر الهواء البارد من صناديق الصف الاول الى صناديق الصف الثاني ان سعة وعدد الثقوب يتوقف على نوع الثمار ونوع العبوات المستعملة .

3- التبريد بالماءالبارد hydrocooling :-

يمكن ازالة حرارة الحقل من المحصول بغمر الثمار بأحواض من الماء البارد او رش الماء البارد فوق الثمار، ان الماء البارد يمتص الحرارة من الثمار فترتفع حرارتة ويعاد تبريده وتدويرة ميكانيكياَ، ويدور الماء بين اجهزة التبريد والمحصول كي يبقى باردا ويفضل تجديد الماء بأستمرار او تنقيتة وتعقيمه، لان الماء حاوي اتربة وملوثات كالاحياء المجهرية من الثمار المهروسة او المصابة . ان المبخر evaporator يكون على شكل انابيب تغمر في حوض الماء، لتبريده وتقوم مراوح بتحريك الماء حول انابيب المبخر ويمكن ان توضع الثمار على احزمة ناقلة او في صناديق تنغمر تحت الماء البارد او في حوض التبريد وتخرج من الطرف الثاني للحوض وتتم بسرعة ودرجة حرارة المحصول يتم تنظيمها حسب سرعة الحزام الناقل الذي يحدد فترة بقاء المحصول مغموراَ في حوض التبريد ويمكن وضع المحصول في سلال مشبكة او سلكية او اكياس مشبكة، لتسهيل دخول وخروج الماء، ويمكن وضع المحصول على الاحزمه مباشرة بعد الجني ووصول المحصول، ويمكن ان يغمر المحصول في احواض التبريد أو ينهمر الماء البارد عليه من الاعلى أو تستخدم طريقتا الغمر والرش، وطريقة الرش تقلل من تلوث الثمار .

وبعد خروج الثمار نظيفة باردة يفضل تعبئة المحصول في عبوات الشحن او الخزن او التسويق ولا يترك المحصول مده طويلة بانتظار الشحن لان ذلك يؤدي الى ارتفاع حرارته من جديد، ان هذه الطريقة تسبب انتشار الاحياء المجهرية في المحاصيل. لكن التبريد بالماء اسرع من التبريد بالهواء جبرا بما يقارب 3-4 مرات ، هذه الطريقة لا تناسب جميع محاصيل الفواكه والخضر التي يتسبب الماء في تلفها كما في الشكل (6).



A hydrocooling system.
شكل (6) منظومة التبريد بالماء

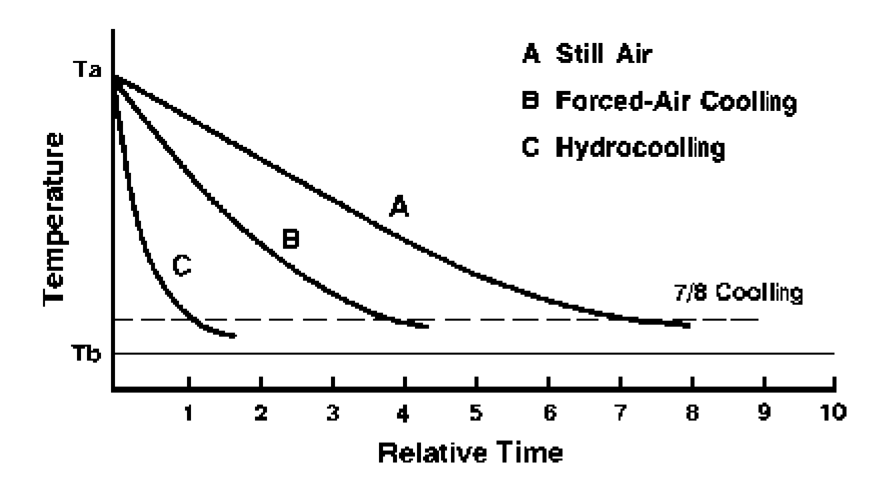
4- التبريد بالتفريغ : Vacuum cooling

تبرد المحاصيل بادخالها الى غرف او دهاليز محكمة الجدران وتغلق الابواب جيدا، لمنع تسرب الغاز والابخرة ثم يسحب الهواء بواسطة مضخات تفريغ قوية، تؤدي الى تخلخل الضغط. ان تخفيض الضغط يجعل الماء يتبخر تحت درجة الغليان، ويمكن التحكم بدرجة الحرارة بمقدار الضغط او شدة التفريغ، مثلا: عند تخفيض الضغط من 760 ملم زئبق الى 23.6 ملم زئبق يغلي الماء و يتحول الى بخار عند درجة 25م° اما عندما ينخفض الضغط الى 4.6 ملم زئبق فإن الماء يغلي بدرجة الصفر المئوي، ان غليان الماء يعني تحوله من الحالة السائلة الى الحاله الغازية وهذا يعني امتصاص الحرارة، فقد وجد ان الباوند الواحد من الماء يمتص 1073 وحدة حرارية بريطانية عندما يتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية بدرجة صفر مئوي، ان هذا الماء الذي تبخر هو الماء الموجود في المحصول المراد تبريده، لذلك يفقد المحصول حوالي 1% من وزنه لكل 10 درجات فهرنهايتية، مما يؤدي الى ذبول المحصول، لتجنب ذلك يرش المحصول بالماء البارد اثناء تخفيض الضغط. ان هذه الطريقة سريعة و تستغرق 10-30 دقيقة لاتمام تبريد المحصول وهي من افضل الطرق التي تناسب محاصيل الخضر الورقية التي تحجز بينها جيوب هوائية يصعب ازالتها بالطرق الاخرى، العيب الثاني لهذه الطريقة كلفتها العاليه، لكن سرعتها تقلل

من كلفتها، والعيب الثالث هو تراكم بخار الماء في حيز التبريد الذي يسبب ارتفاع الضغط وتوقف عملية التبخر والتبريد، لذا يجب ازالة بخار الماء من حيز التفريغ بنفس سرعة تكوين البخار . كذلك يمكن التخلص من بخار الماء المتكون في حيز التفريغ بتحويله الى ماء بعملية التبريد والتكثيف، والمحطة تصل كفائتها الى 250 طن يوميا وصناديق التعبئة يجب ان تكون حاوية على عدد كاف من الثقوب او الفتحات .

5- التبريد بالثلج Ice cooling :-

يستعمل في هذه الطريقة الثلج العادي الذي ينثر على الثمار اثناء التعبئة، لازالة حرارة الحقل ان اساس عملها هو ان الثلج يمتص الحرارة من الثمار اثناء ذوبانه وكل 1 غم ثلج مائي يمتص 80 سعرة حرارية عندما يتحول من ثلج الى ماء بدرجة الصفر المئوي، لكن هذه الطريقة بطيئة وتسبب اضراراً للثمار والعبوات خاصة الكارتونية، وبما ان الثلج لايلامس جميع المحصول فيحدث تباين في درجة الحرارة حسب قرب الثمار عن الثلج، ولتلافي هذه الحالة يطحن او يبرش الثلج وينثر فوق المحصول او يضاف الماء البارد فوق الثلج المبروش ليذوب و يتخلل الماء اكوام المحصول ويزيد من سرعة التبريد ، ولحساب كمية الثلج اللازم فقد وجد ان باونداً واحداً من الثلج العادي يكفي لتخفيض درجة حرارة اربع باوندات من الثمار بمقدار 40 درجة فهرنهايتية، وفي الوقت الحاضر استعيض عن الثلج العادي بالثلج الجاف او ثنائي اوكسيد الكاربون السائل او النايتروجين السائل، وفي هذه الحالة لا ينثر الثلج الجاف فوق الثمار، لأنه يبردها بسرعة فتصاب باضرار البرودة، لذا نبعثر الثلج الجاف على ارضية المخازن او الشاحنة، اما الغازات السائلة فيجب ان لا تلامس الثمار اثناء التبريد، بل يجب ان ترش في هواء الغرفة بواسطة مرشات خاصة متصلة بأسطوانات الغاز، يمكن حساب كمية الغاز السائل اللازم للتبريد من العلاقة التالية: لكل باوند من ثنائي اوكسيد الكاربون السائل او النيتروجين السائل يعادل في تبريده 1.2 باونداً من الثلج العادي، اما في حالة الثلج الجاف فإن كل باوند يعادل في تبريده 1.8 باونداً من الثلج العادي .



Rate of temperature change for three cooling methods.

شكل (7) سرعة التبريد في ثلاث طرق من طرق التبريد

الفصل الثالث :-

التغييرات الكيميائية التي تحدث في الثمار اثناء النمو والنضج والخزن:

تمر الثمار بسلسلة من التغييرات الكيميائية اثناء النمو والنضج والخزن تؤدي الى حدوث تغييرات في اللون والطعم والصلابة والنكهة تحدث قبل وبعد الجني، لكي تصل الثمار الى اصلح مايمكن للاكل، يجب ان تصل الثمار الى مرحلة البلوغ على الاشجار قبل الجني، والتغييرات الاخرى التي تؤدي الى النضج ممكن ان تحدث بعد الحصاد في حين ان بعض الثمار لا تنضج الا على الاشجار مثل العنب و الشليك .

ان التغييرات الكيميائية التي تحدث بعد الحصاد تؤدي الى تحسين الخصائص الاكلية للثمار وفي ثمار اخرى تؤدي الى تدهور القيمة النوعية والغذائية لها وتصبح غير قابله للاستهلاك البشري وهذا يحدث للثمار التي تجنى قبل النضج .

تبقى الثمار حية بعد الحصاد وتستمر فيها معظم الفعاليات الحيوية والفسلجية، كالتحلل والهدم الغذائي، لانتاج الطاقة او عمليات البناء كتكوين الصبغات والاحماض النووية ومن معرفة التغييرات الكيميائية والفسلجية التي تحدث في الثمار نستطيع تفعيلها او ايقافها من خلال الظروف المحيطة بالثمار.

التغيرات في محتوى الثمار من الماء :

محاصيل الخضر والفواكه تحتوي على نسب متفاوتة من الماء حوالي 80% من وزنها وفي الخيار والرقي والخس تحتوي على حوالي 95% ، اما الحاصلات الدرنية فتحتوي من 50-60% من وزنها ماءً، تعتمد كمية الماء الموجودة في المحصول على كمية الماء المتوفر وقت الحصاد والتكوين الوراثي والظروف البيئية المحيطة بالمحصول، وبعد الحصاد تبدأ نسبة الماء بالنقصان ومن الصعب تعويض الثمار عن الماء المفقود، لذلك يجب حصاد المحصول عندما يكون محتواه المائي اعلى ما يمكن عند

الصباح مثلا او ري المحصول قبل الجني، لاسيما المحاصيل البستنية الحساسة للذبول بعد الحصاد، كالمحاصيل الورقية ثم تخزينها في درجه حراره منخفضة ملائمة للمحصول، وزيادة نسبة الرطوبة في جو المخزن مع استعمال العبوات المناسبه بالاضافة الى ان الثمار تختلف في سرعة فقدانها للماء بسبب تكييف السطح الخارجي للمحصول ومساحته فأوراق اللهانة اقل فقداناً للماء من اوراق السلق، لاحتوائها على طبقة شمعية، وصنف التفاح Golden delicious يفقد من الماء اكثر من الصنف Red delicious بسبب احتوائه على شقوق و فجوات على البشرة .

يلاحظ ان نسبة الماء في الثمار تتغير مع تقدم الثمرة بالنضج مثلا في التمر اعلى نسبه للماء في دور النمو السريع ثم يأخذ محتواها المائي بالانخفاض عند النضج في مرحلة الرطب من 50% الى 38% ويستمر بالنقصان مع تقدم الثمرة نحو النضج النهائي حتى ينخفض الى 20-25%، وتزداد فترة التخزين واحتفاظ الثمار بمقومات الجودة كلما قلت نسبة محتواها المائي . ان درجة حرارة الخزن المرتفعة تقلل نسبة الماء في المحصول، فثمار التمر المخزنة في درجة حرارة المختبر تنخفض نسبة الرطوبة فيها من 12% الى 9%، في حين الثمار المخزنة على صفر مئوي ترتفع نسبة الماء فيها من 10% الى 17%، كذلك اكياس التعبئة لها تأثير في التحكم بكمية الفقدان الرطوبي، ويبين الجدول التالي تغيير محتوى ثمار التمر من الماء مع تطور النضج

المرحلة	المحتوى الرطوبي
بسر	50%
بداية الرطب	45%
50% رطب	40%
90% ثمار رطب	35%
100% ثمار رطب	30%

التغير في الكاربوهيدرات :

تكون الكاربوهيدرات قسما كبيرا من المواد الكيمياوية الداخلة في تركيب الثمار، وهي ناتجة عن عمليات البناء الضوئي photo synthesis وان اكبر التغييرات الكمية التي تحدث في الكاربوهيدرات تكون مرتبطة مع عمليات النضج النهائي للثمار، هو تحلل بوليمرات الكاربوهيدرات Carbohydrate polymers ، ويحدث تاثير مزدوج للكاربوهيدرات، يحدث تحول تام للنشأ الى سكريات الذي يجعل الثمار اكثر حلاوة واكثر تقبلا، الثمار غير الكلايمكتيرية فان تراكم السكريات يكون متزامنا مع تطور الصفات الاكلية ووصولها الى افضل الصفات الاكلية المرغوبة مع استمرار الحصول على السكر من النسغ الصاعد، وتحلل الكاربوهيدرات بالاخص المواد البكتينية والهيمسيليلوز المكونة لجدر الخلايا وهو المصدر الثاني لزيادة حلاوة الثمار خاصة الثمار غير الخازنة للنشأ، سوف تعمل على ليونة الجدار الخلوي القوى الماسكة للخلايا مع بعضها بعضآ وان البروتوبكتين protopectin وهي بوليمرات طويلة فهي ترتبط مع بوليمرات اخرى بشكل متقاطع بواسطة جسور مع الكالسيوم Ca، وكذلك ترتبط مع السكريات الاخرى ومع مشتقات الفوسفات من اجل تكوين بوليمرات كبيرة جدا، ومع تقدم نضج الثمار فان البروتوبكتين يبدأ بالتكسر او التحلل بشكل تدريجي الى جزيئات ذات اوزان جزيئية اقل تكون اسرع ذوبانا في الماء، وهذا يرتبط مع ليونة وطراوة الثمار .

تشمل الكاربوهيدرات على :

1- النشأ starch.

2- السكريات الاحاديه monosaccharides اهمها الكلوكوز و الفركتوز .

3- السكريات الثنائيه disaccharides اهمها السكروز .

4- السكريات المتعددة polysaccharides مثل السليلوز و المواد البكتينية و النشأ .

5- مشتقات السكريات sugar derivative مثل الاسترات والكحولات والمواد الكلايكوسيدية والاحماض السكرية .

النشأ:- starch

يتكون النشأ من عدد كبير من جزيئات الكلوكوز مرتبطه مع بعضها في سلسلة طويلة ترتبط بروابط كلايكوسيدية 4-1 ويتكون النشأ من الاميلزamylase والاميلوبكيتن amylopectin ويتكون الاميليز من اكثر من300 وحدة من سكر الكلوكوز ويذوب بالماء ويتكون من سلسلة مستقيمة من جزيئات الكلوكوز ، الاميلوبكتين amylopectin يتكون من اكثر من 1000 وحده من سكر الكلوكوز في اواصر مستقيمة ذات اواصر كلايكوسيدية (1-4) و سلاسل اخرى متفرعة (1-6) وهو غير قابل للذوبان بالماء .

وتختلف نسبة النشأ في ثمار البطاطا 21% اميليز و78% اميلوبكتين، ويتحلل النشأ بعملية clycolysis حيث يتحول النشأ الى سكريات اهمها الكلوكوز . ان عملية بناء وهدم النشأ تحدث في الوقت نفسه في الثمار وعملية البناء تكون اسرع من عملية الهدم في المراحل الاوللتكوين الثمار وعملية الهدم اسرع من البناء عند اكتمال النمو ونضج الثمار، والاوراق تصنع الغذاء على شكل سكريات بسيطة تنقل الى الثمار وتتحول الى نشأ إذ يخزن في الثمار ثم يتحلل عند النضج الى سكريات. ان عملية تحلل النشأ تقوم بها انزيمات اهمها انزيم الامليز amylase وهناك انزيمات تنشط في درجات الحرارة المنخفضة تحول النشأ الى سكر اهمها انزيم invertase كما في الشكل (8).

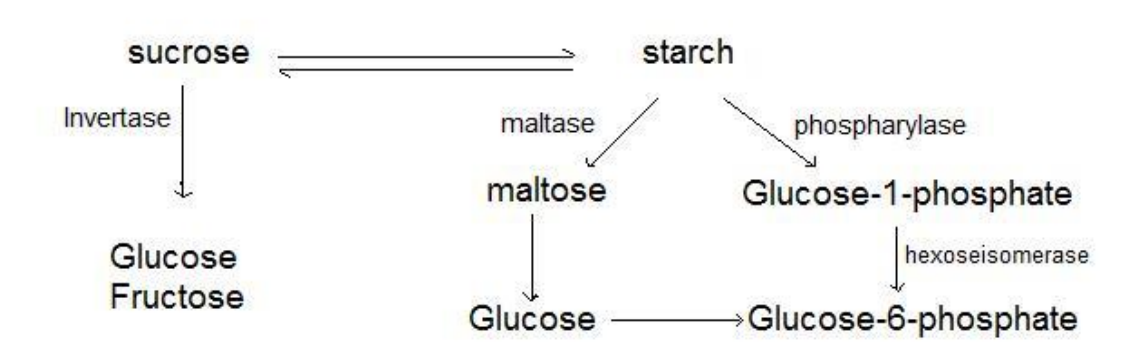
التغير في السكريات :-

تدخل الكاربوهيدرات الى الثمار على شكل سكريات ويتحول السكر الى نشأ عند وصوله الثمار، و يخزن على شكل نشأ، ثم يتحول النشأ عند النضج الى سكر . والسكريات تقل نسبتها عند خزن الثمار لاستخدامها في عملية التنفس لانتاج الطاقة الضرورية، لاجراء العمليات الحيوية في الثمار ونشاط الانزيمات التي تحلل السكريات .

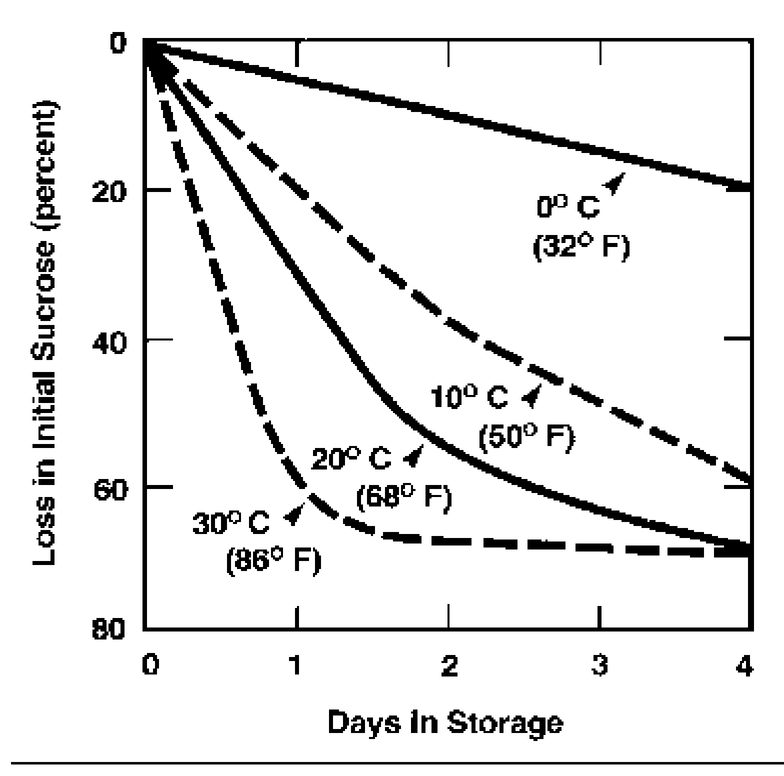
ان نسبة السكريات تزداد عند نضج الثمار وتقل بعد عبور الثمرة مرحلة النضج التام والتدهور والشيخوخة .

كما تحدث تغييرات متبادلة في انواع السكريات اثناء النضج والخزن على الرغم من عدم زيادة نسبه السكريات الكلية في العنب والشليك تزداد السكريات المختزلة على حساب السكروز وفي البطيخ تزداد نسبة السكروز مع نقصان السكريات المختزلة.

ليس النشأ وحده مصدر السكريات بل السكريات المعقدة مثل السليلوز والهيموسيليلوز والبكتين الموجود في قشرة وجدران الخلايا تتحول الى سكر عند تحللها .



شكل (8) تحول السكريات الى نشأ وبالعكس في الثمار



شكل (9) تحلل السكريات عند الخزن في درجات حرارية مختلفه

التغير في المواد البكتينية :-

هي مواد غروية ذات وزن جزيئي عالٍ وهي هامه للجدران الخلوية في الثمار وتتكون من وحدات بناء حامض الكالكترونك calacturonic acid وسكر .
ترتبط جزيئات الحامض مع بعضها في اواصر كلايكوسيدية، لتكوين المواد البكتينية التي تدخل في تركيب جدران الخلية وتكون مادة رابطة بين الانسجة ويدخل في تكوين الصفيحة الوسطى middle lamella خاصة البروتوبكتين، اما الجدار الاولي primary wall . يتكون من بكتين وسليلوز وهيموسليلوز .

تقسم المواد البكتينية الى الاقسام التالية :

1- حامض البكتيك peptic acid .
وهو ابسط المواد البكتينية ويتكون من اربع جزيئات من حامض

الكالكترونك calacturonic مرتبطة مع بعضها بروابط كلايكوسيدية ويذوب بالماء .

2- حامض البكتينك pectinic acid

يشبه حامض البكتيك في تركيبة ماعدا وجود مجموعة مثيل بدل الهايدروجين ويذوب بالماء الساخن وجزيئاته اكبر حجما .

3- البكتين pectins

تتكون وحدات بنائه من 25 وحدة من حامض البكتيك وهذا يعادل 100 وحدة من حامض calacturonic وهو قابل للذوبان في الماء الحار، ويتحد كلً من حامض البكتينك والبكتيك والبكتين مع الكالسيوم Ca والمغنيسيوم Mg مكوناً بكتات الكالسيوم الغير ذائبه في الماء ذات صلابة عالية .

4- البكتين الاولي proto pectin

وهو اكثر صور البكتينات تعقيدا ويتكون من وحدات من حامض البكتيك، لتكوين مركب ذي وزن جزئي عالٍ والبروتوبكتين غير ذائب في الماء ويتركز البروتوبكتين في الصفيحه الوسطى لربط جدر خلايا الانسجة .

ان البروتوبكتين والبكتين وحامض البكتينك لها القابليه على تكوين املاح، لوجود مجموعة كاربوكسيد، إذ تتحد مع الكالسيوم Ca والمغنيسيوم Mg، لتكوين بكتات الكالسيوم والمغنيسيوم التي لها صلابة عالية وغير ذائبة في الماء وهذا يلعب دوراً هاماً في صلابة الثمار، إذ تحدث تغييرات في المواد البكتينية اثناء نضج الثمار .

عند بدأ الثمار بالنضج ينفصل عنصرا الكالسيوم والمغنيسيوم من البكتات وتذوب في الماء فتنفصل جدران الخلايا عن بعضها بعضاً فتقل صلابة الثمار وتصبح اكثر ليونة وصالحة للاكل

اما البروتوبكتين اذا انفصل عنه عنصرا Ca و Mg فإنه لا يذوب في الماء لكنه يتفكك ويتأثر بأنزيمات اهمها :-

- البروتوبكتينز protopectinase هذا الانزيم يحلل البروتوبكتين الى حامض البكتيك .
- انزيم poly galactouronase انزيم يفكك الروابط بين حامض calacturonicacid

- pectinesterase يحطم روابط البكتيك، هذا و ان للانزيمات دوراً هاماً في فقدان صلابة الثمار اثناء النضج .

اللكنين Lignin :-

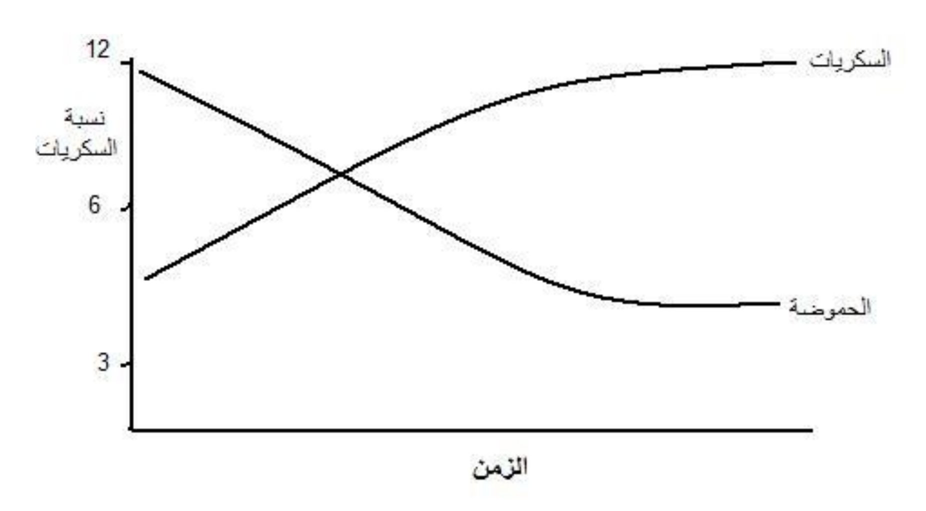
يشبه في تركيبه الكيمياوي مركبات Flavonoid إذ يتكون في جدران بعض الخلايا خاصة خلايا الخشب والانسجة السكلرنكيمية، ويتواجد اللكنين على شكل طبقة خارجية تحيط بجدران الخلية مما يكسبها صلابة قوية وخشونة السطح الخارجي للخلايا، وتبلغ نسبتة في الخشب حوالي 30% وزنا او اكثر. بينما يكون في الانسجة المتخشبة في الفواكه والخضر قليلاً، ان عملية التخشب تلعب دورا كبيرا في قوام الثمرة texture وتكوين الالياف والخيوط strings والخلايا الصخرية grits في تلك الثمار، وذلك حسب توزيع الانسجة المعنية ويمثل اللكنين اقل من 2% من الوزن الجاف للانسجة .

التغييرات في الاحماض العضوية :-

تخزن الفواكه والخضروات انواعاً عديدة من الاحماض العضوية اهمها احماض دورة krebs ، مثل Oxalic acid و Tartaric acid و Malic acid و Citric acid و Isocitric والتي تستهلك اثناء عملية التنفس و كذلك تتغير نسبتها اثناء مراحل النمو والنضج و تختلف انواع واصناف الثمار في كميه الحامض المخزن فمثلا تقدر مجموع الاحماض في الليمون 7% والبرتقال 1.02% و الموز 0.3% ، ان الطعم الجيد للثمار يحدث عند حصول توازن بين محتوى الثمار من الاحماض والسكريات لذلك تعتبر نسبة الاحماض من افضل مؤشرات نضج الثمار لاسيما الحمضيات والعنب والرمان ، Citric acid وهو الحامض السائد في الحمضيات والطماطم والبطاطا الحلوة والشليك والرمان والاناناس .

Malice acid سائد في ثمار المشمش والموز والخس والقرنابيط والجزر

والشلغم والبقوليات والباميا والبصل والخوخ .
Tartaric acidسائد في العنب .
Oxalic acid في السبانغ .
يتغير تركيب كل حامض بشكل مستقل عما في الاحماض الاخرى اثناء مراحل نمو الثمرة ، والتغير في هذه الاحماض يعتبر اسرع من التغير في اي مركب من المركبات الاخرى في الثمار، عادة تكون نسبتها عالية اثناء نمو الثمره وحتى وصولها الى مرحلة اكتمال النمو، لتبدأ بعد ذلك بالتناقص عند بدأ النضج وتستهلك بشكل رئيسي في عملية التنفس، لانتاج الطاقه، والبعض الاخر يتحول الى حامض عضوي آخر يعتبر احد الاحماض العضوية الوسطية في دورة كربس kribs cycle ، وقد تتحد بعض الاحماض العضوية مع بعض العناصر كما في حالة اتحاد حامض Oxalic acid مع الكالسيوم ليترسب المركب الغير ذائب على شكل بلورات غير ذائبة داخل الثمرة، وتؤثر كل من درجة حرارة الخزن وتركيز الغازات ومدة الخزن على تركيز الاحماض العضوية بعد الحصاد فزياده تركيز CO_2يوقف تحلل هذه الاحماض، وبالتالي التوازن بين الاحماض العضوية والسكريات في يحدد طعمها كما في الشكل (10).



الشكل (10) يبين نسبة السكريات والاحماض في ثمار البرتقال اثناء النضج

التغيرات في المواد الطياره :-

المواد المتطايرة هي مجموعة من المواد العضوية التي لها القابلية على التسامي والتحول الى الحالة الغازية تحت الظروف الاعتيادية، ومعظمها ينتج من مواد غير مشبعة وتكون على اشكال عديدة فقد تكون على شكل تربينات terbenes او استرات esters او على شكل كحولات alcoholes او الدهايدات aldehydes او كيتونات ketones
اوتكون على شكل احماض عضوية، مثل حامض الخليك Acetic acid او على شكل احماض امينية مثل حامض Allin ، والذي يحوي على مركبات الكبريت المسؤولة عن اعطاء الرائحة المميزة للبصل والثوم ، يزداد انتاج المركبات المتطايرة في الثمار حتى تصل الذروة عند اكتمال نضج الثمار، ثم يقل انتاجها بعد ذلك عندما تدخل الثمار مرحلة النضج الزائد او الشيخوخة، وفائدة هذه المواد انها تكون مسؤولة عن اعطاء النكهة للثمار، اهم اضرارها الغازات الهايدروكاربونية الغير مشبعة الناتجة من هذه المواد، مثل الاثلين والاستلين تسرع من نضج الثمار وتدهورها ، اي انها تقصر من عمر الثمار المخزنة في المخزن .

التغير في المواد الفينولية والتانينية :-

تعتبر المركبات الفينولية من اكثر المركبات الكيمياوية في الثمار تعقيدا، وتشمل المواد الفينولية والتانينية على مدى واسع من المواد اهمها، الاحماض العضوية والعطرية وبعض المركبات المسؤولة عن اللون والمواد التي تعطي الطعم المميز لبعض الثمار ذات الطعم القابض Astringeney والطعم المر Bitterness ، وتحتوي الثمار الغير ناضجة على نسبة عالية من هذه المواد، لذلك تكون غير صالحة للاستهلاك الطازج في حين يقل تركيزه عند دخولها مرحلة النضج، اما التانينات فهي مركبات فينولية معقدة polyphenolic compound وذات اوزان جزئيه كبيره، وهي السبب في اعطاء الطعم القابض في الثمار الغير ناضجة وتقسم الى :-

1- تانينات قابله للتحلل hydrolys able tannins

هي التانينات القابلة للتحلل في الماء وتتكون جزيئاتها من حامض Gallic acid ، علما ان هذا الحامض يتكون من عدد من جزيئات حامض benzoic acid المرتبطة مع بعضها، لتكوين تانينات حرة تتصل بمجاميع كاربوكسيلية .

2- تانينات غير حرة او مكثفة :-

تتميز عن الاولى بعدم وجود المجموعة الكاربوكسيلية وان التانينات هي التي تعطي الطعم القابض الغير مستساغ للثمار قبل النضج premature ، كما في التفاح والكاكي والسفرجل والتمر والرمان .

يقل تركيز التانينات كلما تقدمت الثمرة نحو مرحلة النضج، نتيجة لزيادة قابلية التانينات على الذوبان في الماء، والى سرعة تفككها وبالتالي تحولها الى المركبات الاساسية، اي انها تتحول الى سكريات وحامض البنزويك benzoic acidوعندها تفقد الثمار طعمها القابض وتتحول الى الطعم الحلو وهذا بالنسبه للتانينات القابلة للتحلل (التانينات الحرة) ، اما التانينات غير الحرة او المكثفة ستتحول الى مركبات ذات اوزان جزيئية عالية، نتيجة لاتحاد بعضها مع بعضها الاخر بعمليه البلمرة polymerization وستكون صلبة لا تذوب بالماء وتفقد طعمها التانيني القابض، بسبب ان هذه المركبات لا يذيبها اللعاب .

كما ان هناك الكثير من الانزيمات تؤثر على هذه المواد وتؤكسدها، كما في تحول لون بعض العصائر الى اللون البني وتلون الثمار التي تتعرض الى الرضوض إذ يتحول لونها الى اللون البني والهامً في التانينات انها تتحد مع البروتينات لتكون مركبات غايه في التعقيد وهذا المركب الجديد سيبطل مفعول البروتين، لذلك تستعمل التانينات كوسائل دفاعية، لانها توقف مفعول الانزيمات، بسبب اتحادها مع البروتين المكون للانزيم وتبطل مفعول الانزيم .

التغيرات في الفيتامينات :-

الفيتامينات عبارة عن مواد عضوية توجد بتراكيز قليلة في جسم الانسان وتقوم بوظائف خاصة، ليكون الجسم قادرا على اداء وظائفه بشكل كامل .
وان الفواكه و الخضروات هي المصادر الطبيعية للفيتامينات مثل V.Cو V B.7و VA.7،
فالثمار مصدر جيد لفيتامين A مثل الجزر و المشمش ويوجد VB.7 في التفاح والبريقال والموز والرمان والعنب والتين والجزر والمعدونس والسبانغ .

فيتامين ج او حامض الاسكوربك :-

يعتبر هاماَ لجسم الكائن الحي، لان جسم الانسان غير قادر على تصنيعه، ويعتبر النبات المصدر الرئيسي لهذا الفيتامين، وكذلك فإن جسم الانسان لا يستطيع خزنه وهو يكسب الجسم مقاومة للامراض لاسيما امراض البرودة .
وهو يمنع تلف المركبات الحيوية في الجسم، لان فيتامين ج يمنع تأكسدها ويتكون .Vit. Cفي الخلية من سكر الكلوكوز وسكر اللاكتوز وكميته في النبات تختلف باختلاف انواع واصناف الثمار. ويتأثر بشكل كبير بظروف الخزن فهو مؤشر جيد للخزن الجيد فاحتفاظ الثمار بتركيز عالٍ منه يدل على كفاءة ذلك المخزن، والظروف الغير مثالية في ذلك المخزن مثل انخفاض درجة الحرارة في المخزن ستؤدي الى ظهور اضرار البرودة وهذه تؤدي الى فقدان .Vit. C
في الثمار .
وكذلك فإن درجة الحرارة المرتفعة في المخزن والضوء يؤثران بشكل كبير على هذا الفيتامين، ويقللان من تركيزه في الثمار.وبمجرد تعرض .Vit. C الى الهواء فإنه يتأكسد، لذلك يكون اول مركب يقاس في الثمار لتجنب تاكسده.

التغير في البروتينات :-

البروتينات هي مركبات عضوية معقدة التركيب تتكون من الكاربون ونسبته 50-54% و H 7% و N 16-18% و O_2 20-25% ، ويمكن ان يحتوي البروتين على نسبة من الكبريت لا تزيد عن 3% ويدخل الفسفور في تركيب البروتينات النووية ، جزيئات البروتين كبيرة الوزن الجزئي حيث يبلغ وزنها الجزي 16000، ويرتفع الى عدة ملايين في الجزيئات الكبيرة الحجم ، والبروتينات اما أن تكون بصورة ذائبة او غير ذائبة على شكل بروتين متبلور،

اما البروتينات الذائبة فيمكن ان تكون مع الماء محلولآ غروياَ شبيه بالمستحلبات ويمكن تقسيم البروتينات الى :-

1-البروتينات البسيطة simple protein

هذا النوع من البروتينات اذا ما تحللت لاي سبب فسينتج من تحللها احماض امينية او احد مشتقاتها .

2- البروتينات المرتبطة conjugated protein

وهي اكثر تعقيدا من النوع الاول وعند تحللها ستنتج بروتينات نووية nucleo proteinواحماض امينية amine acid ، ان نسبة البروتين قليلة في الخلايا النباتية لان معظم الخلايا في الثمار هي خلايا خازنة وتكون نسبة الفجوة كبيرة لذلك سيكون حجم البروتوبلازم صغير يقع بين الجدار الداخلي للخلية وجدار الفجوة قياسيا بباقي اجزاء الخلية وبما ان البروتين هو المكون الاساس لبروتوبلازم الخلية، لذلك سيكون البروتين قليلآ في الخلية النباتية مقارنة بالخلية الحيوانية، ان التغيير النسبي في البرتينات والاحماض الامينية يكون على شكل توازن بينهما فأي زيادة في كمية البروتين اثناء النضج ستكون على حساب الاحماض الامينية الحرة في البذرة او الثمرة التي سيقل تركيزها في حين سيزداد تركيز البروتين .

التغير في الصبغات النباتية plant pigments

الصبغات النباتية عبارة عن مركبات كيماوية مسؤولة عن اعطاء اللون لاجزاء النبات من اوراق وسيقان وثمار، فالكلوروفيل مثلا مسؤول عن اعطاء اللون الاخضر والكاروتين هي الصبغة المسؤولة عن إعطاء اللون الاصفر واللايكوبين هو مسؤول عن اعطاء اللون الاحمر، وتمتاز ثمار الفاكهة بتغير لونها مع تطور نموها وتقدمها نحو النضج، وهذه الالوان المختلفة في الثمار حسب الصنف والنوع ومرحلة النمو هي انعكاس الوان صبغة معينة في الثمرة ويمكن تقسيم هذه الصبغات في الثمار الى .

1- مجموع الصبغات الغير قابلة للذوبان في الماء وتشمل :-

اولا - مجموعة الكلوروفيلات chlorophyll مثل كلوروفيل a وكلوروفل b

وكلوروفيل ab او الكلوروفيل الكلي

ثانيا - مجموعة الكاروتينات carotinoids ومنها

Carotene

B-carotene

X-carotene

Xanthophylls

Lycopine

2- مجموعه الصبغات النباتية القابلة للذوبان بالماء :

اولا - مجموعة flavonoid توجد ذائبة في العصير الخلوي والمواد الموجودة في فجوة الخلية وهي تشترك مع الكاروتين في انها تعكس جزءآ من اللون الاصفر وتكثر في طبقة الفلافيدو في قشرة ثمار الحمضيات .

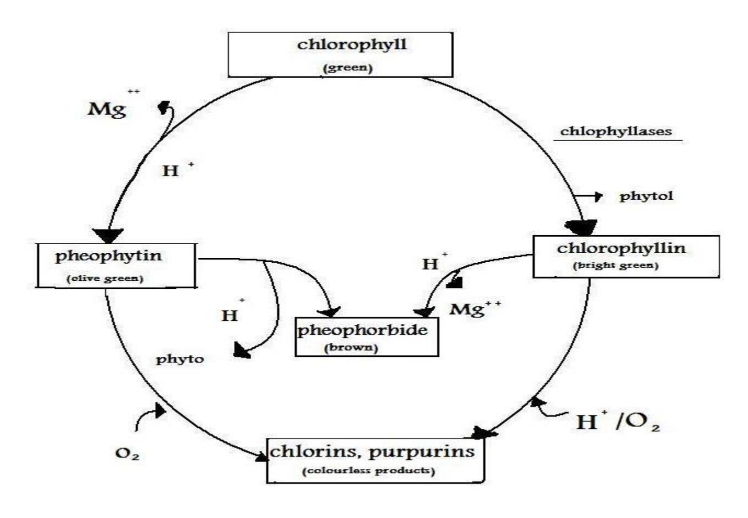
ثانيا - مجموعة anthocynine تتميز بانها تذوب في الماء وتوجد في العصارة الخلوية في فجوة الخلية وهي مسؤولة عن اعطاء اللون الاسود للباذنجان والاسود البنفسجي للاجاص و الاحمر الداكن للرمان، وان درجة الحموضة او القاعدية تؤثر على لون صبغة الانثوسيانين كما تتاثر بالضوء

والحرارة ومقدار النايتروجين والرطوبة الارضية .

الكلوروفيلات :-

الكلوروفيلات : اهم الصبغات الموجودة في ثمار الفواكهة والخضر وتعطي اللون الاخضر للثمار وتكثر صبغة الكلوروفيل خاصة الثمار الصغيرة في بداية تكوينها وتستمر الى مرحلة نضج الثمار في اغلب المحاصيل إذ تبدأ بالتحلل والاختفاء التدريجي مع ظهور الالوان الممثلة للصنف مع احتفاظ بعض الثمار بصبغة الكلوروفيل، كما في بعض اصناف التفاح والافكادو التي تحتفظ فيها الثمار بصبغة الكلوروفيل بعد النضج وتحلل الكلوروفيل كما في الشكل (11) حيث يتاثر بالظروف البيئية في ثمار الاجاص في المناطق الحاره، يختفي فيها اسرع من اجاص المناطق الساحلية، وتتحلل صبغة الكلوروفيل في ثمار التفاح في المناطق المعتدلة اسرع من التفاح المزروع في المناطق الحارة عند نضج ثمارها .

تحلل الكلوروفيل



شكل (11) تحلل الكلوروفيل

وصبغة الكلوروفيل توجد في البلاستيدات الملونة وعند تعرض الاوراق مثلا الى ضوء الشمس فانه يمتص الضوء ويعكس الضوء الاخضر، فتعطي اللون الاخضر وتتحلل عند نضج الثمار بانزيم الكلوروفيليز وهي اكثر

التغييرات المعروفة، هو فقدان اللون الاخضر في الثمار الكلايمكتيرية، اما الثمار الغير كلايمكتيرية، فان فقدان اللون الاخضر يحدث تدريجيا عند وصول الثمار الى افضل مرحلة نضج وان تحلل الكلوروفيل يرجع الى PH الذي ينتج عن تسرب الاحماض العضوية من الفجوات، نتيجة زيادة نفاذية الاغشية بفعل الاثلين وان التغير في انظمة الاكسدة وتاثير انزيم الكلوروفيلز وتحطم واختفاء الكلوروفيل يكون مرافقآ لتكوين وظهور صبغات مثل الكاروتين والكلوروفيل a و b ، الاثنان متواجدان في chloroplast وهما مترابطان بالاغشية البروتينية integral membrane brotein ، وفيthylakoid membrane وهذا النظام مرتبط باصرة مفردة او مزدوجة تدور حول حلقة porphyrin ويشكل اصرة بقوة مركبة مفردة او مزدوجة في مواضع ثابتة وفيها الكترون اضافي مسؤول عن الاصرة المزدوجة غير الثابتة وزوج من ذرات الكاربون تبقى طليقة تنتقل حول حلقة الكلوروفيل، وهذا النظام يساعد على امتصاص الضوء ، ونوعا الكلوروفيل يمتص بقوة الموجات عند طيف الضوء الاحمر وقليلا الامتصاص للضوء الاخضر لذا يمتص ضوء الشمس ويعكس الضوء الاخضر. ويتركب الكلوروفيل كيميائيا من عنصر المغنيسيوم يرتبط به اربع حلقات بيرول، لذا يمكن تقسيمه الى: الكلوروفيل أ . الذي يتميز بلونه الاخضر الداكن وتركيبه الكيميائي $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$
الكلوروفيل ب الذي يمتاز باللون الاخضر وتركيبه الكيمياوي $C_{55}H_{70}O_6N_5Mg$ ويحتوي على كمية اكبر من عنصر الاوكسجين وانه الصورة المؤكسدة للكلوروفيل أ وكلا النوعين من الكلوروفيل لايذوبان في الماء وتزداد سرعة تهدمهما كلما انخفضت درجة الحرارة إذ وجد ان التفاح المخزن على درجة حرارة ١ م اقل محتوى من الكلوروفيل مقارنة بالثمار المخزنة على درجة حرارة اعلى من 4م كما ان ظهور صبغات اخرى جديدة سائدة تخفي تحتها صبغة الكلوروفيل .

العوامل المؤثرة في تكوين الكلوروفيل اهمها :

1- الضوء : يعتبر الضوء اهم العوامل المؤثرة في الكلوروفيل خاصة الضوء ذات الموجات الطويلة وتوصل الباحث Simonis الى ان الضوء الاحمر اكثر تاثيرا من الضوء الاخضر في تكوين الكلوروفيل .

2- درجة الحرارة : ان درجة الحرارة المثلى للكلوروفيل تتراوح بين 20 – 30 م كما ان لدرجة الحرارة تاثيرآ كبيرآ في هدم الكلوروفيل لاسيما اذا كانت درجة الحرارة مرتفعة او منخفضة، ان درجة الحرارة الصغرى المؤثرة في الكلوروفيل هي +4م و الدرجة العظمى المؤثرة في الكلوروفيل هي+40 م .

3- الكاربوهيدرات : هامة جدا في تكوين الكلوروفيل وديمومته ، كما ان لثاني اوكسيد الكاربون دورا كبيرا في هذه الصبغة كونه احد عوامل الحياة في النبات . والنايتروجين يدخل في تركيب مادة الكلوروفيل، لذا التسميد النايتروجيني يزيد نسبة الكلوروفيل، كما ان المغنيسيوم يدخل في تركيبه ونقص هذا العنصر يسبب تدهور ونقصان الكلوروفيل، كما ان لعنصر الحديد التاثير الايجابي نفسه في تكوين الكلوروفيل وهو يساعد على تركيب المواد البروتينية .

الكاروتين : Carotene

الكاروتين هي احد الصبغات المهمة في ثمار الفاكهة والخضر ويرجع لها اللون البرتقالي او الاصفر ويزداد تركيزها عند النضج وتوجد في الكروموبلاست chromo plastids وهي مركبات مستقرة وتبقى متصلة بالانسجة حتى حصول الشيخوخة وقد تصنع خلال مراحل تطور النبات وتبقى مخفية او مغطاة، ويكون تصنيع الكاروتينات متزامنا مع تحلل صبغة الكلوروفيل ،والكاروتين يمتص الضوء الازرق بقوة ، وتزداد صبغة الكاروتين في الثمار التي تنضج في الضوء الشديد وتزداد في الثمار التي تترك لتنضج على الشجرة وظهور هذه الصبغة دليل نضج الثمرة كما وجد ان قشرة الثمار على الاشجار الفتية تحوي نسبة كاروتين اعلى من مثيلاتها

النامية على اشجار مسنة .
وتعتبر مجموعة anthocyanin مسؤولة عن اعطاء اللون الاحمر او الازرق اوالوردي وحسب pH الثمار، إذ تكون حمراء في pH منخفض (حامض) وبنفسجية في pH متعادل وزرقاء في القاعدي، ولها القابلية على الذوبان في الماء ، لذلك توجد بشكل رئيسي في فجوات الثمار وطبقات البشرة epidermal layers وتعطي الواناَ قوية (صارخة) تعمل على تغطية الوان كل من الكاروتينات والكلوروفيل .

المواد الدهنية :

تشمل المواد الدهنيةالدهون fats والزيوت oils والمواد الشحمية waxesوغيرها مثل الفوسفوليد phospholipids والكلايكولبيدز glyeolipids .
جميع المواد الدهنية عديمة او قليلة الذوبان بالماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية وهي مواد احتياطية مخزونة، لتوليد الطاقة عند الحاجة وتكثر في سطح الثمار، لتقليل الفقد الرطوبي إذ تزداد المواد الدهنية مع تقدم نضج الثمار وتصل نسبة الزيوت في الزيتون الى 12.7-20% وفي الجوز 45-70% وبقيه الفواكه بحدود 1% .
ان عملية الخزن تؤثر على نسبة المادة الدهنيه، فقد تزداد المادة الدهنية في المادة الشمعية التي تغطي قشرة ثمار التفاح اثناء الخزن وان الثمار لها القابلية على افراز المادة الشمعية كلما تقدمت نحو النضج اكثر من الثمار التي تقطف قبل البلوغ .
كما ان الاحماض الدهنية تزداد او تقل حسب نوعية المحصول، فمثلا عند خزن البطاطا على 4م° يقل محتواها من الحامض الدهني linoleic ، ويزداد تركيز الاحماض الدهنية غير الشمعية كما تعرف اللبيدات Lipids هي مركبات عضوية تحتوي على واحد او اكثر من الحوامض الشحمية ذات السلسلة الطويلة وانها اقل ذوبانا بالماء من المذيبات العضوية، مثل الكلوروفورم واللبيدات الموجودة في الفواكه والخضر تشبه البروتينات

تواجدها في الطبقات السايتوبلازمية وتكون مرافقة للاغشية السطحية باستثناء (الافوكادو والزيتون وجوز الهند) وتبلغ نسبة اللبيدات اقل من 1% في الفواكه والخضر الطرية وهذه اللبيدات سواء في صورة دهن او زيت اوشمع تكون هي السائدة في الانسجة الوقائية على الاسطح الخارجية لاعضاء النبات، كما في الكيوتكل وخلايا البشرة والطبقات الفلينية، كما انها تشمل المركبات المشابه للشمع التي تذوب في المذيبات الشحمية وتحوي على خليط من الحوامض الدهنية والهايدروكسي والكحول والاسترات والكيتونات والايثرات ومركبات هيدروكاربونية لاسيما ذات السلسلة الكاربونية الطويلة عدد ذرات الكاربون فيها 18-22 ذرة اضافة الى احتوائها على بعض المركبات الطيارة مثل حامض Ursolic الموجود على سطح ثمار التفاح والكمثرى والعنب .

الانزيمات :-

هي عوامل مساعدة لمعظم التغيرات الكيمياوية في الانسجة الحية قبل وبعد الحصاد واثناء النضج و اهمها :-

1- انزيمات لاكسدة والاختزال cytochnomas , catalase, peroxidase, acid oxidase, phenolase, dehydnogenas .

2- الانزيمات المحللة للمواد البكتينية : تؤثر على صلابة وبناء الفواكه و الخضر pectin estrase, pprotopectinase .

3- الانزيمات المسيطرة على توازن النشأ والسكر : اهمها x,b-amylase .

4- انزيمات الدهون : مسؤولة عن تحلل الدهون اهمها lipooxidase وهي تعطي طعمآ غير مقبول في البزاليا والبطاطاعند التجفيف .

5- انزيمات محللة للصبغات النباتية مثل الكلوروفيل اهمها chlorophyllase

العناصر المعدنية Mineral elements :-

العناصر المعدنية الموجودة في الفواكة والخضر تمثل محتويات المحصول من الرماد ash ونسبها قليلة وتمتص من التربة، ولم يلاحظ علاقة مباشرة بين محتوى النبات من هذه العناصر ومحتوى التربة، ومقدار ماتحتويه هذه النباتات من العناصر المعدنية خاضع للصفات الوراثية وحتى ثمار الشجرة الواحدة تختلف في محتواها من هذه العناصر، ومن اكثرهذه العناصر وجودا في الثمار هي البوتاسيوم والكالسيوم والحديد والفسفور والكبريت والنتروجين اما الصوديوم والالمنيوم والسلكون فموجودة بنسب تواجدها في التربة فهي من العناصر غير الضرورية للنبات .
النحاس والمنغنيز والزنك والبورون والموليبديوم والكلور كمياتها قليلة جدا، وتسمى بالعناصر النادرة، وهي ضرورية، لتغذية النبات وتدخل في بناء الانزيمات التي تسيطر على العمليات الحيوية في الحاصلات والتي تؤثر على نوعية الحاصلات بعد الحصاد .
البوتاسيوم من اكثر العناصر في المحاصيل، ويوجد متحدا مع الحوامض العضوية في عصير الخلية، ويعتمد تفاعل PH عصير الخلية على التوازن بين البوتاسيوم والحوامض العضوية بدرجة كبيرة ، الكالسيوم موجود في جدران الخلايا متحد مع المواد البكتينية ، اما المغنيسيوم فيدخل في تركيب الكلوروفيل في الكلوروبلاست، الفسفور من مكونات السايتوبلازم وبروتين النواة والحوامض النووية والفوسفولبيد Phospholibids ويساهم في تكوين الكاربوهيدرات ،
وتوزيع العناصر في الثمرة مختلف مثلا الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم يتركز في الجزء الخارجي من ثمرة التفاح بعدة اضعاف مما موجود في مركز الثمرة، كما ان لهذه العناصر تاثيرآ على مدة خزن الثمار ودرجة تلونها .

تاثير الهرمونات النباتية في نمو الثمار ونضجها :-

يمكن التحكم في نمو ونضج الثمار باستعمال الهورمونات النباتية وبعض منظمات النمو مثل زيادة سرعة نمو الثمار وزيادة الحجم والتبكير في نضج الثمار وانضاج الثمار صناعيا، كما يمكن تغيير شكل منحنى نمو بعض الاصناف التي يكون منحنى نموها من النوع ذو الدورتين Double Sigmoid مثل الخوخ بالرش ببعض الاوكسينات مثل 2,4,5-T وذلك بتقصير فترة الخمول النسبي، مما يؤدي الى زيادة حجم الثمار والتبكير في نضجها، اما الاصناف التي يكون منحنى نمو الثمرة فيها ذا دورة واحدة Sigmoidsingle فيلاحظ ان اثر منظمات النمو يكون قليلا على النمو فيها، كما هو الحال عند رش التفاح بمنظم النمو NAA ، وكذلك فان رش اشجار التفاح بالجبرلينات يسبب عقد الثمار بكريا ويزيد من حجم الثمار ويحسن شكلها (West Wood,1978) .

ان فتره نضج الثمار كبقية المراحل تكون تحت سيطرة الهرمونات في الثمرة .فمن ناحية نجد ان نضج الثمار يتحفز بفعل التركيز الداخلي للاثلين كما هو الحال في البطيخ (Nitsch,1970) ومن ناحية اخرى نجد ان النضج يتاخر بفعل الجبرلينات Gibberellins والسايتوكاينينات Cytokinins كما هو الحال في انضاج ثمار البرتقال.

ويتضح من الامثلة اعلاه ان الهرمونات تلعب دورا هاماَ في جميع اطوار نمو الثمرة وذلك نتيجة الارتباط الوثيق بين تركيز الهرمونات في الثمرة وبين مختلف مراحل نموها وتطورها كذلك فإنه بمعاملة الثمار بمنظمات النمو الطبيعية والصناعية قد امكن التحكم في عقد ونمو ونضج الثمار .

توجد خمسة هرمونات طبيعية تلعب دورا هاما في نمو و نضج الثمار هي :

ا - الاوكسينات Auxins .

ب - الجبرلينات Gibberellins .

ج - السايتوكاينينات Cytokinins .

د - حامض الابسيسك Abscissic Acid .

ه - الاثلين Ethylene .

دور هذه الهرمونات في نمو الثمرة ونضجها .

أ-الاوكسينات :- Auxins

الاوكسينات التي تم عزلها من الثمار وتشخيصها تعود الى مجموعة الاندول Indole ومن اهمها حامض Indole Acetic Acid ، ويرمز له IAA كما تم عزل عدة مركبات اخرى ذات فعالية مشابهة لفاعلية الاوكسينات و لكن لم يتم تشخيصها ومعرفتها ان مركز انتاج الاوكسينات في الثمار الصغيرة يكون في البذور اثناء نموها وتكوينها، اما بعد بلوغ البذور فيكون انتاج الاوكسينات في لحم او اجزاء الثمرة الاخرى .

تركيز الاوكسينات في البذور لايبقى ثابتا خلال فترة النمو مثلا في ثمرة الشليك يتضاعف 20 مرة في الفترة التي تقع بين اليوم الثالث واليوم الثاني عشر بعد التلقيح ويتناسب ذلك مع نمو الاندوسبيرم ان استعمال الاوكسينات مثل IAA و Beta Naphthoxy aceticacid (BNOA) يمكن ان يعوض عن البذور المزالة من الثمرة مسببا نمو التخت في الشليك رش الاوكسين 2,4,5-T أدى الى زيادة قطر ووزن ثمرة المشمش نتيجة زيادة حجم الخلايا وليس عن زيادة عددها، وان مركبات اخرى يشابه تاثيرها تاثير الاوكسينات التي تسبب عقد الثمار بكريا ومن هذه المواد الفعالة في احداث العقد العذري Indole Acetic Acid (IAA) و اندول بيوترك اسد Indole Butyric acid (IBA) و Naphthyene Acetic (NAA) Acid جميعها فعالة في احداث العقد البكري في الطماطم و IBA و NAA في احداث العقد البكري في التين .

البناء الحيوي للاوكسين :-

يجب ان نعرف ان الاحتمالات التي تدل عن البناء الحيوي للاوكسين هي :-

1- من المحتمل ان هناك مسارات مختلفة لبناء الاوكسين IAA من التربتوفين tryptophan في الانواع المختلفة .

2- ربما تختلف هذه المسارات باختلاف الاجزاء في النبات نفسه او في ادوار النمو المختلفة ، ويوجد الاوكسين في حالات كيميائية عديدة في النسيج النباتي منها الاوكسين الحر ويعتبر الاوكسين الحر هو الاوكسين الذي يمكن

استخلاصه من النسيج النباتي والذي يتكون ويستعمل مباشرةً في نمو النسيج النباتي، اما الاوكسين المقيد هو الاوكسين الذي يتحرر من الانسجة عندما يتعرض الى الانزيمات .

ويهدم الاوكسين في حالات منها :-

1- تفاعل انزيمي بانزيم اوكسديز اندول IAA oxidase وهو نوع من انزيم البيروكسديزperoxidase .

2- تاكسد ضوئي .

3- يمكن ان يكون دور للفينولات في هدم الاوكسين .

وينتقل الاوكسين في الانسجة النباتية بالانتقال القطبي وهي حركة فعالة تعتمد على الطاقة ومعدل السرعة بحدود 12- 30 ملم/ساعة، وتكون العملية حساسة لدرجة الحرارة، وتعد قمم النمو الحديثة الاوراق الفتية والازهار والثمار والبذور غير الناضجة وقمم الجذور مراكز لبناء الاوكسين، لأن الانزيمات التي تحول التربتوفان tryptophan الى اوكسين IAA تكون فعالة بشكل خاص في المناطق ذات الفعالية الايضية العالية، مثل المرستيمات وان الاوكسين يؤثر فسلجيا كاستطالة الخلايا، والتي تشمل مظهرين من عمل الهرمون، الاول التداخل الجزيئي المباشر والخاص والثاني: الخطوات المتسلسلة المتتابعة التي تنتج استجابة حيوية اوفسلجية يمكن تقديرها فالاول يدعى الية العمل mechanism والثاني هو كيفية العمل mode ، ويكون الاوكسين فعالا بتراكيز قليلة كما في الهرمونات الاخرى بتركيز 10^{-6} مولاري وربما يحدث تاثير الاوكسين كما يأتي:-

1- يعمل لتنشيط بعض الانزيمات .

2- يشجع بناء بعض الانزيمات .

3- احداث تغير في نفاذية الاغشية .

وربما قابلية الاوكسين على زيادة معدل سرعة استطالة الخلية النباتية ياتي من ان الاوكسين يساعد في بناءRNA الجديد و mRNA المرسال

والبروتين او تنشيط الجين كعمل اولي للاوكسين ويعد الاوكسين ضروريا لليونة جدار الخلية بصورة خاصة وليس لتوسيع الخلية نفسها إذ يزيد الاوكسين من ليونة جدار الخلية وبذلك يقلل مقاومة الجدار للشد مما يؤدي الى استجابة الجدار للضغط نتيجة قلة الجهد الضغطي (الضغط الانتفاخيturgor pressure) ، مما يسبب تنافذآ كبيرآ للماء الى داخل الخلية تبعا لذلك يتمدد جدار الخلية ويزداد حجمها .

يتبين ان مواقع عمل الاوكسين تتركز في جدار الخلية وفي ايض الحوامض النووية وربما في فعالية النواة في زيادة بناء ال RNA ويوجد ترابط بين بناء ال RNA والبروتين وتنظيم استطالة الخلية وان الاوكسين ينشط نوعآ معينآ من الجينات على مستوى الاستنساخ وهذه الـ RNAs تعمل بعد ذلك كقوالب لبناء البروتينات المطلوبة للاستجابة الفسلجية وخاصة البروتينات التركيبية مثل بروتينات جدار الخلية وبروتينات الاغشية، مما يؤثر في خصائص نفاذية الاغشية ويزيد النقل بين الخلايا وهناك استجابات سريعة لاضافة الاوكسين، اهمها: ارتفاع في سرعة التنفس كذلك
فإن للاوكسينات اماكن انتاج منها:-
1- الأوراق الصغير. 2- الأزهار. 3- القمم النامية 4- الثمار 5- حبوب اللقاح
وطبيعة الاوكسين سائلة كما ان اتجاه حركته باتجاه واحد من الساق إلى الجذور عن طريق الخلايا البرنكيمية اتجاه النقل.
والوظائف الاساسية له هي :-
1- استطالة الخلايا إذا كان تركيز الاوكسينات بين(10-8 –10-3) مول/ لتر.
2- ينبه النمو الثانوي بزيادة انقسام خلايا الكامبيوم الوعائي .
3- يشجع تكوين الجذور الثانوية من العقل.
4- إنتاج ثمار بلابذور .
5- القضاء على الأعشاب ذات الأوراق العريضة .
6- عند زيادة تركيزه يوقف استطالة الخلايا لان التركيز العالي له يشجع صنع الاثلين المثبط لنمو النبات .

ب- الجبرلينات Gibberellins

تعتبر الثمار والبذور مصدرا هامآ للجبرلينات وقد وجد ان مركز انتاج الجبرلينات هو البذور الصغيره وفي الاندوسبيرم Endosperm بالذات، كذلك وجد ان نسيج الكيس الجنيني Nucellus يساهم في انتاج الجبرلينات اما في الثمار عديمة البذور فان مركز انتاج الجبرلينات هو نسيج الكيس الجيني Nucellus بالدرجة الاولى، وكما هو في حالة الاوكسينات فان مستوى الجبرلينات في الثمار يتغير خلال مراحل نمو الثمره ان تركيز الجبرلينات في الثمار يزداد الى الحد الاقصى له قبل الزيادة القصوى للاوكسينات وان الزيادة في الجبرلينات تسبق الزيادة في الاوكسينات لكن لا يمكن ربط العلاقة بين تركيز الجبرلينات في الثمرة ومراحل نموها المختلفه، ففي المشمش مثلا وجد ان هناك علاقة بين تركيز الجبرلينات ونمو الانسجة التي تم عزل الجبرلينات عنها، وليست بين تركيز الجبرلينات ونمو الثمرة باجمعها، لقد وجد ان العنب البذري يحتوي على تراكيز اعلى من الجبرلينات عما هو في العنب عديم البذور، كما وجد ان المعاملة بالجبرلينات تشجع انسجة الثمرة على انتاج المزيد من الاوكسينات فمثلا ادت معاملة عناقيد العنب صنف دلور Delawar قبل تفتح الازهار بمدة عشرة ايام الى زيادة في تركيز الاوكسينات اثناء تفتح الازهار بمقدار ثلاثة اضعاف عما هو في العناقيد غير المعاملة، ان استعمال الجبرلينات قد يسبب زيادة حجم الثمار في العديد من الانواع، مثل الثمار التفاحية . كما ان الثمار اللوزية يمكن عقدها بكريا عند رشها بحامض الجبرليك (GA_3) وجد ان ثمار التين والخوخ العاقد بكريا بواسطة الجبرلين تكون مشابهة في الحجم للثمرة الناتجة عن التلقيح، كذلك فان رش العنب عديم البذور بالجبرلينات سبب زيادة ملموسة في حجم الثمار، وان جميع اشجار العنب صنف Thompson seedless المزروع في كالفورنيا يعامل الان بحامض الجبرليك (GA_3) لزيادة حجم الثمار كما ان معاملة بعض اصناف العنب الامريكي سبب انتاج ثمار عديمه البذور وتبكير في النضج ، الجبرلينات اقل

فعاليه من الاوكسينات لكنها اكثر فعالية في عقد الثمار اللوزية والتفاحية كاللوز والخوخ والكرز والتفاح الجبرلينات تعتبر ذات اهمية في زيادة حجم حبات اصناف العنب عديمة البذور لكنها غير فعالة مع الاصناف البذرية .
وقد عرفت الجبرلينات من قبل .G. palegL 1965 بانها مركبات لها فعالية بايولوجية في تحفيز الانقسام الخلوي او استطالة الخلية او كلاهما ويوجد GA_3 بثلاث اشكال كيمياوية الجبرلينات الحرة free GA3 والجبرلينات المقترنة conjugated والجبرلينات الذائبة بالماء او المقيدة water-soluble or bound ، وهناك دلائل تشير الى التحولات الايضية بين الجبرلينات الحرة والمرتبطة وكذلك الجبرلينات المقيدة الاخرى خلال تكوين الثمار والبذور ان تركيز الجبرلينات في الثمار والبذور غير الناضجة اكثر بمرتين عما في الاجزاء الخضرية الاخرى إذ توجد في الازهار بتركيز 256 مايكروغرام من الجبرلين و1400 في البذور غير الناضجة و 143 في الثمار العذرية و 105 في ثمار البرتقال وان البناء الحيوي لبعض الجبرلينات من الميفالونيت تحدد في البلاستيدات الخضراء ومعظم حامض الابسيسك يتم تخليقه داخل البلاستيدات الخضراء والذي يثبط عمل الجبرلين، وبما ان الكيورين هو المفتاح الوسيط في البناء الحيوي للجبرلين وان سرعة البناء الحيوي للكيورين يعكس الضوء نفسه على زيادة سرعة بناء الجبرلين وان زيادة الجبرلين تكون حساسة للتثبيط بواسطة CCC التي تظهر بعد يوم واحد من التعريض للضوء، وقد تظهر زيادة كبيرة في انتاج الكيورين تسبق قليلا فترة البناء الحيوي الاقصى للجبرلين ، وتظهر كمية من الجبرلين في وقت ظهور النورة الزهرية وتختفي خلال تكوين المتوك وفي نهاية نضوج البذور، فان مستوى الجبرلين يقل بصورة تدريجية ، كما درست في ثمار المشمش، والسؤال اين يتم بناء الجبرلين داخل البذور والثمار؟ وكيف تختلف مستوياته خلال التكوين ؟ ان اكبر كمية للجبرلين في البذور عندما تصل انصاف وزنها الطري وتنخفض عند نضجها بسبب تحولها الى الجبرلينات المرتبطة او المقيدة، كما تتواجد في انسجة الثمار الحديثة في الاندوكارب والميزوكارب في المشمش في الستين اليوم الاولى بعد تفتح الزهرة، وفي ثمار الكمثرى لاتوجد فعالية له قبل تفتح الازهار، وقد وجدت اولا في البذرة ثم في الميزوكارب وكذلك في الاندوكارب

مباشرة بعد تفتح الازهار، ويرتبط تركيز الجبرلين بدرجة متقاربة مع سرعة استطالة الخلايا، لكن ليس مع الانقسام الخلوي وحتى طور النمو النهائي في منحنى نمو الثمار المزدوج، وقد وجد ان هناك ترابطا مباشرا بين تركيز المواد المشابهة للجبرلينات ومعدل الوزن الطري لثمرة البرتقال ابوسرة، ولوحظ ان المستويات العالية من الهرمون تنطبق مع النمو السريع للبذرة، وتعليل ذلك يشير الى ان نمو الانسجة الاخرى في الثمار احياناً لايعتمد بصورة مباشرة على تجهيز الهرمون المتكون بواسطة البذرة، وربما تكون انسجة ثمار المشمش والاجاص مكتفية ذاتيا من الهرمون، والخلاصة فان الجبرلينات المتكونة في البذور تؤدي دوراً معيناً في نمو الثمار الطرية بصورة غير واضحة تماما حسب الحقائق المتوفرة حاليا، وبعض المعلومات تشير الى ان كل نسيج في الثمرة الطرية له ايض منفصل نسبيا للجبرلين، وحقائق اخرى تشير الى ان بذور الثمار الطرية تقوم بدور الجبرلينات او منشئات الجبرلينات في الانسجة المحيطة ويبدو ان الانخفاض في الجبرلينات الداخلية يرتبط مع نضوج الثمار الطرية . والجبرلين ينتج في القمم النامية وفي بحوث تشير الى ان البناء الحيوي للجبرلين يحدث في الاوراق اليافعة من البراعم وتجهز الاوراق الاكثر عمرا كما بينت ان قمم الجذور مواقع لبناء الجبرلين .

وان حركة الجبرلين المضاف ترتبط مع انتقال الكاربوهيدرات خلال النبات كما اظهرت البحوث الحديثة ان الجبرلينات تنتقل في كل من اللحاء والخشب (نظام النقل الوعائي)، وتبدو حركته غير قطبية كما في الاوكسين وتحدث بسرعة 5-52 ملم لكل اثني عشر ساعة وهناك بحوث تشير الى الحركة القطبية للجبرلين والجبرلين يشجع على التزهير واستطالة وانقسام وتوسع الخلايا وان استجابة خلية اونسيج ما الى الانقسام او الاستطالة يعتمد على العمر ودور التكوين وعموما الخلايا الفتية تستجيب بالانقسام بينما الخلايا الاكبرعمرا" تستجيب فقط بالتوسع وبين Adams

واخرون (1975) ان الجبرلين يزيد بدرجة كبيرة ليونة الجدار الخلوي بطريقة مشابهة لفعل الاوكسين، والجبرلين يزيد فعالية انزيمات تحليلية اهمها، بيتا امليز،ويثبط الجبرلين بالابسيسك اسد abscisic acid وكذلك مثبط بناء البروتين مثل السايكلوهكسامايد cycloheximide ايضا يثبط

الجبرلين ، واقترح Paleg, ، 1972 ان الجبرلينات تعمل على تنظيم نفاذية الاغشية وقد يبني الجبرلين نوع معين منmRNA الجزيئي والذي بدوره يؤدي الى بناء بعض انزيمات التحلل المائي .

ج- السايتوكاينينات Cytokines

اهم المركبات التي تعود الى هذه المجموعة هي الـ Zeiateinومشتقاته التي توجد بصوره طبيعية في الثمار واهم مراكز انتاجه في البذور غير البالغة، ويعتقد ان مركز تكوين السايتوكاينينات هو الاندوسبيرم بالدرجة الاولى، دليل ذلك وجودها بتراكيز عالية في حليب جوز الهند واندوسبيرم بذور الخوخ غير البالغة، ومن بعض الاجنة، وتعتبر الجذور من بين المراكز الرئيسية لانتاج السايتوكاينينات في النبات كما هو الحال في الاوكسينات والجبريلينات فان تركيز السايتوكاينينات يتغير خلال اطوار نمو الثمرة، مثلا في الذرة والبزاليا يصل تركيز السايتوكاينينات الى اعلى تركيز له بعد اسبوع من التلقيح ثم يبدا الانخفاض بعد 21 يومآ من التلقيح .

ان اهمية السايتوكاينينات هي جذب او استقطاب المواد الغذائية في النبات الى مراكز تجمعها مسببة بذلك زيادة في النمو في موقع انتاجها او تجمعها لذلك وجودها في الثمار يزيد من سرعة نموها . ان المعاملة بالسايتوكاينينات ادت الى عقد الثمار بكريا واستمرار نموها كما في العنب والتين وانتاج ثمار تفاح متطاولة ذات نوعية جيدة ، كما ان استعمال مثبطات النمو CCC تسبب العقد البكري في العنب الاوربي، لانها تسبب زيادة تركيز السايتوكاينينات في الازهار بمقدار 20 مرة .الجذور مكان إنتاج السايتوكاينين ، طبيعة اتجاه النقل من الجذور إلى الساق .

وضائف السايتوكاينينات :-

1- تشجيع انقسام الخلايا والنمو.

2- تمايز وظائف الخلايا.

3 – التحكم في سيادة القمة النامية عن طريق تشجيع نمو البراعم الجانبية وهي تعاكس في عملهاعمل الاوكسين.

4- مضادات للشيخوخة : أ- عن طريق منع تحطيم البروتين . ب- أوتنبيه صنع RNA والبروتين . جـ- نقل المواد الغذائية المخزنة من الأنسجة المحيطة لتستهلك بدلاً من تحطيم بروتينات الخلية .

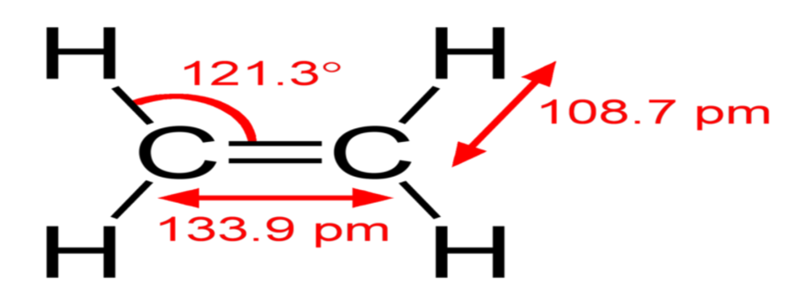
د- حامض الابسيسك اسد Abscissic Acid (ABA)

امكن عزل حامض الابسيسك اسد لاول مرة من الثمار الصغيرة عام 1964 من قبل الباحث Addicott ، ووجد تركيزه عاليا جدا في الثمار الصغيرة الساقطة على الارض ويزداد تركيزه في الثمار الصغيرة مباشرة قبل سقوطها، ويعزى اليه سقوط الاوراق والثمار ، ان وجود ABA في الثمرة يسبب تساقط البتلات في الازهار ويسبب التساقط الحزيراني June drop، ويزداد تركيزه عند العطش وارتفاع درجات الحرارة إن الثمار الصغيرة لها القابلية على تحويل حامض Mevalonic acid الى ABA لاتوجد استعمالات تطبيقية له على الثمار في الوقت الحاضر سوى انه يسبب سقوط الثمار، كما ان للهرمونات والاوكسينات والجبريلينات والسايتوكاينينات يكون لها مفعول مضاد لمفعول ABA، لذلك يجب اضافة كميات كبيرة جدا منه للتغلب على تاثير الاوكسينات والجبريلينات والسايتوكاينينات .

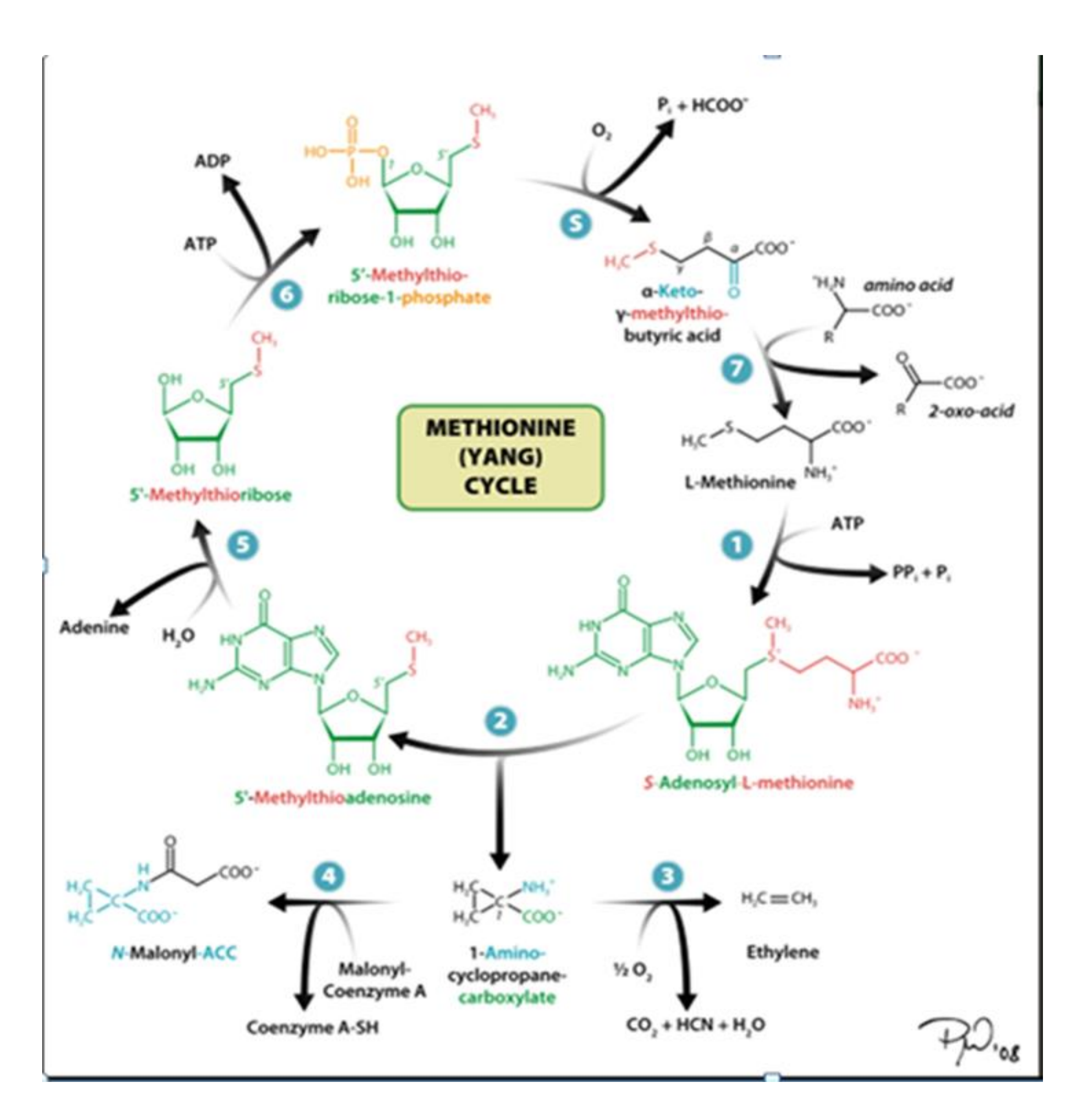
٥- الاثلين Ethylene

جميع الثمار تنتج اثلين حتى لوكانت صغيرة في العمر كان يعتقد سابقا ان اهمية الاثلين تنحصر في تنظيم نضج وتساقط الثمار الى ان اثبت من قبل Maxie and Crane (1968) ان الاثلين يسبب زيادة سرعة نمو ثمار التين لذلك اعتبر هرمون منظم للنمو والنضج ان زيادة تركيز الاثلين يكون قبل حدوث الارتفاع الكلايمكتيرك في تنفس الثمار الذي يعتبر بداية مرحلة نضج الثمار، ان معاملة الثمار بالتراكيز العالية من الاوكسينات يمكن ان تسبب زيادة انتاج الاثلين من قبل الثمار والاجزاء النباتية الاخرى وهذه الظاهرة تعد دلالة على حدوث الضرر في الخلايا النباتية نتيجة التراكيز العالية من الاوكسينات .

ان اكتشاف الاثرل Ethereal التي تتحلل بداخل الثمار منتجة الاثلين سهل استعمال الاثلين في الحقل، لذا يعتبر هذا الهرمون من اكثر الهرمونات استخداما في الناحية التطبيقية فعند تعرض ثمار التين في مرحلة النمو الثانية الى الاثلين سبب زيادة سريعة في النمو والحجم وتبكير في النضج ان موعد المعاملة بالاثلين يكون هاماً للتبكير بالنضج، مثلا في العنب معاملة الثمار قبل المرحلة الثانية من النضج بالاثلين سبب تاخير النضج، اما المعاملة بعد المرحلة الثانية سبب التبكير في النضج اما في التين فان المعاملة قبل بلوغ الثمار سبب تساقط الثمار وللاثلين دور هاماً في انضاج الثمار صناعيا والشكل (12) يوضح تركيب جزيئة الاثلين .



تركيب جزيئةالاثلين



Ethylene Biosynthesis in plants ,Wang K.L,LiH,Ecker JR(2002)Ethylene Biosynthesis and Signalling Network. Plant Cell(Supplemt)5131-5151.

شكل (12) جزيئة الاثلين والعمليات الحيوية للاثلين في النبات

الفصل الرابع :-

جني و تجهيز الحاصلات البستانية :

ان منتجي الفواكه والخضر وازهار القطف بحاجة الى تحديد الموعد الامثل لجني منتجاتهم حسب طبيعة استخدام المحصول سواء كان انتاج تجاري لغرض التصدير او التخزين، وحسب مسافات النقل والجهة التي يسوق اليها المحصول او الانتاج بكميات محدودة للاسواق القريبة، وكلما ربطنا موعد الجني الامثل بطبيعة المحصول وجهة تسويقه كانت نسبة التلف اقل وعمر المحصول اطول وبالتالي نسبة ربح اعلى للمنتج ونوعية افضل للمستهلك ، ان حصاد المحصول قبل الموعد المناسب للقطف ينتج ثمار اقل نضجا واقل صلاحية للتداول غير مكتملة النكهة الخاصة بالمحصول وبعض الثمار لايمكن وصولها الى مرحلة النضج كما في العنب ، كما ان تاخير موعد الجني لتصل الثمار الى النضج الكامل يجعل قدرتها التخزينية اقل وعمرها اقصر كما ان الكثير من الخضر تجنى قبل وصولها الى مرحلة النضج وعند تركها حتى الوصول الى مرحلة النضج تصبح غير صالحة للاستهلاك البشري، كما في الخيار والفلفل الاخضر ، ان الاضرار الميكانيكية اثناء الحصاد تعرض المحصول الى الاصابات الاحيائية وزيادة الفقد الرطوبي وارتفاع في معدل سرعة التنفس، مما يؤدي الى سرعة تدهور المحصول، كما ان عدم الاعتناء بالحصاد يسبب تلفآ كبيرآ كما في المحاصيل الجذرية ، كما يجب تدريب الكادر القائم بعملية الحصاد على الطرق المناسبة لجني كل محصول حسب متطلبات ذلك المحصول، لتحديد موعد جني الثمار خاصة الجني الانتخابي وتقليل الاضرار الميكانيكية، وان يكون قطف الثمار بعناية عن طريق قطف او شد الثمار من النبات باقل الاضرار، وان تكون السكاكين ذات نهاية معقوفة غير مدببة لتقليل الجروح وان تكون مقصات القطف حادة، كما يجب تدريب العمال لاسيما عمال الجمع على تفريغ اكياس الجمع او السلال برفق الى صناديق تجميع المحصول في الحقل والعمل على تقليل الاضرار الميكانيكية بتجنب تفريغ

العبوات من ارتفاع يسبب ضرر للمحصول وتجنب تعريض المحصول الى الشمس المباشرة بعد الحصاد لانه سيكتسب حرارة اعلى من حرارة الهواء بحوالي 4-6 درجات مئوية (Thompson واخرون، 2001) فتوضع المحاصيل في بيوت التعبئة ان كانت موجودة او جمع المحصول في الظل او تغطيتها بقماش ذي لون فاتح او تغطيته بوضع بعض اوراق المحاصيل والنباتات برفق، والاسراع بنقل المحصول الى بيوت التعبئة او المخازن المبردة واجراء عملية التبريد الاولي Preecooling .وتحديد علامات النضج هام في تحديد موعد جني المحصول لضمان تسويقه بحالة جيدة ووصوله الى المستهلك بصفات جودة مقبولة، وتحديد موعد الجني لغرض التسويق لمسافات بعيدة او خزنه لفترة طويلة يكون على حساب النوعية، لانه يتم احيانا جني المحصول بصفات جودة اقل قبل النضج التام لتسهيل عملية التداول، لان افضل صفات الجودة تكون عندما يكتمل نضج الثمار على الشجرة الام كما ان لاسعار السوق اهمية في الموازنة في التسويق عندما تكون الاسعار مجزية بنوعية ثمار اقل وهذا يدفع المنتج الى الجني المبكر قبل اكتمال نضج الحاصل على الشجرة الام .

مقاييس اكتمال نضج الثمار :

يعتمد المنتجون على العديد من العلامات لتحديد الموعد المناسب لجني المحصول ضمن المواصفات القياسية المطلوبة للعديد من محاصيل الفاكهة والخضر ونباتات الزينة بافضل جودة ممكنة للمحصول، فالمحصول الذي يحصد قبل الموعد المناسب بفترة كبيرة سيفتقر الى النكهة وقد لا ينضج بشكل جيد وفي الوقت نفسه اذا تاخر حصاده عن الموعد المناسب كثيرا فقد يكون عمره التسويقي اقل وترتفع نسبة التلف ويكون تدريب عمال الحصاد على طرق تحديد المحصول الصالح للجني، ومن العلامات التي يمكن استخدامها لتحديد درجة وموعد النضج منها:-

1- درجة صلابة لحم الثمار: fruit flesh hardness

تقل صلابة لحم الثمار مع تقدم اكتمال نضجها، لذا يمكن اعتبار درجة صلابة لحم الثمار دليل جيد لتحديد الموعد المناسب لقطف العديد من انواع واصناف الفاكهة، مثل التفاح والكمثرى والخوخ . وتؤثر على صلابة الثمار درجات الحرارة فكلما كانت درجات الحرارة مرتفعة تعطي قراءات صلابة اقل عن الثمار الباردة كما يجب استخدام ثمار متجانسة في الحجم فالثمار الاكبر حجما اقل صلابة من الثمار الاصغر حجما، ويجب اجراء اختبار لجانبي الثمرة في منتصف الثمرة مابين الطرف الزهري وعنق الثمرة ويجب تقشير جلد الثمرة جيدا كما ان الاصناف تختلف في درجة صلابة لحم ثمارها، كما ان العمليات الزراعية وعمليات الخدمة وظروف المنطقة البيئية وعادة تؤخذ ثمار من مناطق مختلفة من الشجرة ويستخدم جهاز قياس الصلابة Pressure Tester بوضع الثمرة على سطح ثابت صلب وادخال ثاقب الجهاز داخل لحم الثمرة بسرعة بطيئة ومتجانسة حتى العلامة الموجودة على جسم الثاقب وانسب قطر للثاقب لاستخدامه عند قياس صلابة الثمار 1,5 ملم (16/1بوصة) يناسب ثمار الزيتون ، والتفاح يناسبة ثاقب بقطر 11ملم (16/7 بوصة) ، والعنب والكرز والفراولة 3ملم (8/1 بوصة) ، اما المشمش والافكادو والكيوي والكمثرى والباباظ والخوخ والنكتارين والمانكو فيناسبها ثاقب بقطر 8 ملم (16/5 بوصة).

لمعايرة جهاز الصلابة امسك جهاز الصلابة رأسيا مع اتجاه الثاقب الى الاسفل موجهآ الى كفة ميزان كهربائي، ثم اضغط بالجهاز على الميزان حتى يقرأ الميزان وزنا معينا، ثم قارنه بقراءة جهاز الصلابة، كرر العملية 3-5 مرات إذ يقرأ الجهاز مثل قراءة الميزان فاذا كان مختلفآ فيمكن تعديل قراءة الجهاز على قراءة الميزان باتباع التعليمات الخاصة بتغيير قراءة جهاز الصلابة .

2- عدد الايام من التزهير الكامل Full bloom الى موعد الجني :-

هي من الدلائل الجيدة لتحديد موعد الجني، وغالبا مايكون ثابتآ للصنف الواحد تحت ظروف المنطقة الواحدة باستثناء اذا ماتغيرت درجة الحرارة بشكل كبير اثناء نمو الثمار، كما تؤثر كمية الحاصل على الشجرة على تبكير او تأخير موعد قطف الثمار لاحظ جدول (5).

جدول(5) عدد الايام من التزهير الى موعد الجني لبعض اصناف التفاح في ولاية فرجينيا

الصنف	عدد الايام من التزهير الكامل		
	الموعد المبكر	الموعد الامثل	الموعد المتاخر
Jonathan	130	140-135	145
Grimes Gold	140	150-145	155
Dellcious	138	148-142	154
Golden Dellcious	147	160-152	165
Stayman	157	167-160	170
York Imperial	155	175-160	175
Roman Beauty	160	175-165	180
Winesap	160	175-165	180

(عبد الهادي واخرون،1989)

3- تغيير لون الثمار :- Ground color

يعتبر تغيير لون الثمرة من العلامات المميزة والسهلة التطبيق في جني الثمار، إذ يتغير اللون الاساس للثمار عند بداية النضج ويمكن الاستدلال عليه بالنظر او استخدام بعض الاجهزة الخاصة بقراءة اللون كما توجد لوحات خاصة لتغيير اللون في الثمار المختلفة ، ويتاثر تلون الثمار بدرجة الحرارة والعناصر الغذائية ورطوبة التربة وضوء الشمس واضرار بعض الحشرات فدرجة حرارة الليل البالغة 7م وحرارة النهار 26.7- 29,4م قبل النضج خلال بضعة اسابيع تعد ملائمة لتكوين اللون الاحمر في ثمار التفاح كما ان نقص الرطوبة قبل النضج تعطي الثمار لونآ احمر داكنآ .

4- المواد الصلبة الذائبة :- Total Soluble solids

تكون السكريات معظم المواد الصلبة الذائبة في عصير الثمار ويمكن قياسها بجهاز المكسار Refractometer الذي يقيس دليل الانكسار او انحناء الضوء، وتكون القراءة كنسبة مئوية من السكروز وتوجد انواع من هذه الاجهزة البسيطة الاستخدام، مثل المكسار اليدوي Hand refractometer والذي يستخدم بكثرة في الحقل، لسهولة استخدامه . اما النوع الاخر فهو جهاز المكسار المنضدي Table refractometer ويستخدم في المختبرات ويكون حجمه كبيرآ ووزنه ثقيلآ، ويجب غسل المؤشر الزجاجي بماء مقطر وورق نظيف قبل وبعد كل قراءة ، ويمكن استخدام عصارة الثوم لاستخلاص العصير من عينة الثمار وفي الثمار الصغيرة يتم استخدام الثمرة كلها، اما الثمار الكبيرة فيقطع جزءً كاملآ بطول الثمرة من طرف الساق الى الطرف الزهري للثمرة ويمر القطع بمركز الثمرة، ويجب ازالة أي جزء من اللب بترشيح العصير بقطعة قماش وتكون القراءة بنسبة مئوية على درجة حرارة 20م وتؤثر درجة الحرارة على قراءة الجهاز، إذ تزداد بنسبة 0.5% مع كل ارتفاع في درجة الحرارة قدره 5م .

جدول (6) الحد الادنى من نسبة SSC في بعض المحاصيل وكلما زادت قراءة المحصول كانت صفاته اعلى من الحد الادنى.

المحصول	نسبة SSC %
المشمش	10
العنب	17,5-14
Blueberry	10
الكرز	16-14
الكيوي	6,5
المانكو	12-10
النكتارين	10
البابپاظ	11,5
الخوخ	10
الكمثرى	13
الاناناس	12
الاجاص	12
الرمان	17
الفراولة	7
البطيخ	10

5- حجم الثمار Fruits size

يزداد حجم الثمار بشكل عام مع اقتراب موعد اكتمال نمو الثمار، وتلعب الظروف المناخية والعمليات الزراعية وكمية المحصول على الشجرة دوراً مؤثراً على حجم الثمار مما يقلل من الاعتماد على هذا الدليل، فيتحدد الموعد الامثل لقطف الثمار وتستخدم حلقات ذات اقطار خاصة لبعض الثمار لقياس الحجم .

6- نسبة الحموضة :- Acid

تعتبر الحموضة من الدلائل الهامة في تحديد موعد قطف بعض الثمار، لاسيما اذا اقترنت بدليل اخر ونسبة الحموضة في الثمار تنخفض مع اقتراب الثمار من مرحلة النضج .

7- كمية النشا :- Starch

مع تقدم الثمار نحو مرحلة النضج فان نسبة النشا تنخفض ويتحول قسم من النشا الى سكريات بفعل الانزيمات، ويمكن تقدير نسبة النشا في الثمار بواسطة صبغة اليود، وتحضر الصبغة باذابة 6غرامات من ايوديد البوتاسيوم في 400 مل من الماء ثم يضاف غرام واحد من اليود ويخلط جيدا وتوضع الشرائح المراد تقدير النشأ فيها، فيتلون النشا باللون الازرق او الاسود والمناطق الخالية من النشا تبقى بالون الممثل للصنف .

8- لون البذور :- Seed color

يعتبر تلون البذور من المؤشرات الجيدة في تحديد موعد قطف الثمار إذ يتغير لون البذور من اللون الاخضر الى اللون البني وتقارن مع المقاييس المتعارف عليها والمثبتة حسب الصنف .

9- سهولة فصل الثمار عن النبات :

تزداد سهولة فصل الثمار عن النبات، وربما بعض اصناف الثمار تنفصل طبيعيا عند وصولها مرحلة النضج .

10- نسبة الزيت : Oil percentage

يستعمل هذا الدليل مع الثمار التي يكون نسبة الزيت فيها مرتفعآ او تستخدم هذه الثمار، لغرض الحصول على الزيت منها كما في الزيتون وثمار الزبدية والافوكادو إذ تزداد نسبة الزيت فيها مع اقتراب موعد نضجها .

11- نسبة السكر الى الحموضة :

وهو من الدلائل المهمة في تحديد موعد قطف الكثير من الثمار.

12- **لون لب الثمار.**

13- كمية العصير .

14- سرعة التنفس:

15- انتاج الاثلين :

16- الكثافة النوعية للثمار: الكثافة النوعية للثمار تنخفض مع اقتراب الثمار من مرحلة النضج لان زيادة الحجم تكون اكبر من الزيادة في وزن الثمار عند اقترابها من مرحلة النضج .

17- **تشقق قشرة الثمار كما في الفستق .**

18- درجة تكور خط الالتحام الكاربلي في الثمار كما في الثمارذوات النواة الحجرية .

ان مرحلة صلاحية محاصيل الخضر التي يتم حصادها على مدى واسع من مراحل اكتمال النمو يتوقف على الجزء الذي يؤكل منها، فمنها يؤكل اوراقها او جذورها، كما ان قسماً كبيراً منها يتم قطف الثمار فيها عند تقبلها من المستهلك، وفي مراحل نمو مختلفة فثمار الخيار تقطف في مرحلة انقسام الخلايا او مرحلة نمو الخلايا وكذلك يحدث للفلفل الاخضر والقرع .والجدول (7) يبين دلائل صلاحية حصاد بعض محاصيل الخضر .

الجدول (7) دلائل صلاحية حصاد بعض محاصيل الخضر .

المحصول	دلائل الصلاحية للحصاد
المحاصيل الجذرية،الابصال،الدرنات	
الفجل والجزر	ذات حجم مناسب – هشcrispy
البطاطا، البصل ، الثوم	بداية جفاف المجموع الخضري وانحنائه الى الاسفل
اليام، الزنجبيل	ذات حجم مناسب (اذا زاد نموها تصبح متليفة)
البصل الاخضر	الاوراق اعرض واطول ماتكون
الخضر الثمرية	
اللوبيا، الفاصوليا،البسلة السكرية	الامتلاء الجيد للقرون مع سهولة قطفها
فاصوليا ليما- Pigeon pea	الامتلاء الجيد للقرون مع بداية فقد اللون الاخضر
البامية	وصولها الى الحجم المطلوب مع سهولة اختراق اللحم بالظفر (الزائد النمو يصعب اختراق اللحم بالظفر)
الذرة السكرية	انسياب السائل اللبني من الحبات عند قطعها
الطماطم	انزلاق البذور عند قطع الثمار او تحول اللون الاخضر الى اللون الوردي
الفلفل الحلو	تحول اللون الاخضر الغامق الى الاحمر.
القاوون	سهولة انفصال عنق النبات عند لف الثمرة لفة خفيفة تاركة فجوة نظيفة (مكان الانفصال)
الهوني دو Honeydew	تحول لون الثمار من الابيض المخضرالى اللون الكريمي مع ظهور الرائحة المميزة
الرقي	تحول لون الجزء الملامس للارض الى لون اصفر كريمي مع احداث صوت مكتوم عند الطرق باليد

الخضر الزهرية	
القرنابيط	اندماج القرص (اذا تقدمت في العمر تستطيل المجاميع الزهرية وتصبح متباعدة غير مندمجة)
البروكلي	اندماج مجاميع البراعم الزهرية (اذا تقدم عمرها تصبح متباعدة وغير مندمجة)
الخضر الورقية	
الخس	ذات حجم كبير ومناسب ومندمج وقبل ان تصل التزهير
الكرنب (اللهانة)	اندماج وامتلاء الراس(اذا زاد نموها تتفتح الرأس وتتشقق)
الكرفس	ذات حجم كبير مناسب وقبل ان تصبح جوفاء

طرق جني المحاصيل ومستلزماتها :

جني الثمار من العمليات الزراعية الهامة وهي ثمرة جهود المزارع لموسم او اكثر وتاتي اهميتها من ان نسبة كبيرة من المحاصيل الزراعية تقطف وهي طرية ويتوجب المحافظة على صفاتها النوعية والتسويقية وتتحمل الخزن والتداول لاطول مدة ممكنة وتصل المستهلك وهي بكامل صفاتها المرغوبة، وعملية قطف الثمار في غاية الاهمية للحفاظ على صفاتها التسويقيةmarketing quality والتي تكون خالية من الرضوض والاضرار الميكانيكية والجروح بقدر المستطاع وذات مظهر جذاب للمستهلك خالٍ من العيوب إذ تقطف الثمار في الوقت المناسب لقطفها وحسب وجهتها بعد القطف .

ويجب الاستعداد للجني قبل مدة زمنية كافية وتهيئة العمال وتدريبهم على كيفية فصل الثمرة من الشجرة وتجنب خدشها او جرحها ولبس الكفوف او تقليم الاظافر وتوفير مستلزمات الجني من مقصات وسلالم وعبوات الجمع وعربات النقل واماكن جمع المحصول، ويتم الجني يدويا او ميكانيكيا وتعتمد الطريقة على نوع المحصول واستخدامه بعد الجني للتصنيع او الخزن او التسويق المباشر الى الاسواق المحلية ومدى بعدها ، والمسافة بين النباتات لها دور في تحديد طريقة الجني وكلفة الجني، واجور العمال المرتفعة تدفع المزارع نحو الجني الميكانيكي الاقل كلفة كما ان المساحات المزروعة التي يراد جني المحصول منها وتوفر الامكانيات تحدد طريقة الجني.

1- الجني اليدوي

يتم الجني اليدوي باستخدام عمال الجني والمفترض ان يكونوا مدربين ولهم خبرة في جني انواع المحاصيل، وتستخدم الايدي في الجني مع بعض الالات المساعدة كالمقصات والخطاف والسلالم المتحركة او الثابتة مع استخدام اكياس الجني المناسبة، ويعرف هذا بالجني الانتخابي حيث تمسك الثمرة وتلف بلطف ثم جذبها مع تجنب سقوطها او مسكها بقوة لتجنب ترك اثر للاصابع على سطح الثمرة ووضعها في عبوة الجني بلطف . والجني اليدوي يحتاج الى وقت طويل خاصة في المساحات الواسعة وتبعا لذلك ترتفع كلفته .

مميزات الجني اليدوي :-

1- اختيار الثمار المراد جنيها حسب درجة النضج المطلوبة.

2- يحتاج الى معدات بسيطة غير مكلفة .

3- تقل الاضرار الميكانيكية والجروح .

4- يفضل في البساتين والحقول المزروعة بشكل غير نظامي .

5- الكلفة تعتمد على كلفة اجرة العامل .

يفضل قطف الثمار الطازجة في الصباح الباكر، لاحتواء الثمار على اكبر كمية من الماء، تكون درجة حرارتها منخفضة مع تجنب وجود قطرات ماء او ندى على سطح الثمار خاصة ثمار الحمضيات التي تسبب انتشار الاصابات الفطرية، وتجنب تعريض الثمار بعد القطف الى اشعة الشمس المباشرة ويفضل جمعها في مكان مظلل وان لا تبقى فترة طويلة، ويجب تدريب العمال على عمليات القطف والجني وجمع المحصول بلطف والالمام بخصوصية كل محصول ومتطلباته، والزامهم بلبس الاحذية الخاصة والكفوف وحمل عبوات الجني على صدورهم ولها فتحة من الاسفل للتفريغ ، وان تكون من مادة غير مخدشة للثمار ويدرب عامل الجني على استخدام كلتا يديه لزيادة انتاجية العامل كما يعامل الثمار بلطف ويتجنب خدشها او سقوطها على الارض، ويفضل جني ثمار الاشجار المرتفعة من الاسفل والتي يطالها العامل ثم يستخدم السلالم للثمار التي لايطالها وعدم سحب اغصانها او فروعها كثيرا وان يتعامل مع الثمرة على انها كائن حي قبل وبعد الجني وان تكون صناديق الجمع قريبة يسهل الوصول اليها وان تنقل الثمار من عبوات الجني الى صناديق الجمع بلطف وتجنب رميها من ارتفاع لتجنب الرضوض .

2- الجني الميكانيكي:-

طورت الكثير من الالات الخاصة بجني وجمع ثمار الفاكهة والخضراوات، واكثر استخداماتها تكون لاغراض التصنيع لكثرة الاضرار الميكانيكية، واستخدمت حاصدات خاصة لكل نوع من المحاصيل، وتتلخص الطريقة بمسك ساق الشجرة لهز الشجرة بكاملها او من احد الاغصان او الافرع على انفراد بواسطة هزازات shakers خاصة تعمل على هز الشجرة او الفرع بقوة لاسقاط الثمار على مشبك او فراش خاص، لتقليل رضوض الثمار الساقطة وتسهيل جمعها ، كما يمكن استخدام مكائن ذات تيار هوائي قوي لقطف الثمار واستقبالها باجهزة خاصة لتسهيل جمعها وتقليل نسبة الاضرار، وطريقة القطف الالي ملائمة لجني ثمار فاكهة النقل

والزيتون لغرض الزيت والكرز والخوخ والمشمش، لغرض التصنيع وغيرها ، واهم العوامل التي شجعت الجني الالي هو نقص الايدي العاملة وأرتفاع كلفتها وانشاء المصانع التي تحتاج الى كميات كبيرة من المحاصيل والتي فيها نسب من الجروح والاضرار الميكانيكية واستنباط الكثير من الاصناف التي تنضج بوقت متقارب وتكون صلبة تتحمل الجني الميكانيكي وزيادة استهلاك الفواكه والخضر المعلبة والمصنعة .

لتسهيل عملية الجني الالي :-

1- تحديد مسافات للزراعة بين الاشجار والمحاصيل الاخرى تكون مناسبة لمرور الاليات.

2- زراعة الاصناف المتجانسة والتي تنضج بوقت واحد، لتسهيل عملية الجني.

3- اتباع نظام تربية وتقليم مناسب.

4- استخدام الهرمونات النباتية والمواد الصناعية التي تسهل انفصال الثمار من الشجرة .

جني الثمار من تحت سطح التربة:-

تستخدم طرق مختلفة لجني الثمار من تحت سطح التربة، مثل البطاطا والبطاطا الحلوة والبصل والثوم والجزر والشلغم والشوندر، ويرتكز جني هذه الثمار على قلب التربة وفصل الثمار ثم جمعها وتستخدم لهذا الغرض الفأس والمحراث اليدوي وماكنات القلع الخاصة ومن الضروري ان يكون سلاح القلع اعمق من المحصول، لتجنب جرح المحصول وتستخدم اليد في جمع اللفت والفجل والبصل .

جني الثمار من على الاشجار :-

يعتمد الجني من الاشجار على ارتفاع الثمار في المجموع الخضري، فالثمار القريبة من سطح التربة يمكن جمعها باليد، وتستخدم مع الكثير من الفاكهة كالمشمش والاجاص والخوخ والخضراوات المختلفة ،كما تستخدم المقصات

والسكاكين الحادة في جني الموز وغيره من الفاكهة كما تستخدم المحشات لقص بعض النباتات كالسلق والسبانغ وغيرها .

اما الثمار البعيدة عن سطح التربة فتستخدم العصي مع الثمار التي تتحمل الضرر، كالزيتون وفاكهة النقل وتستخدم عصا لها طرف بلاستيكي ويعاب على هذه الطريقة كثرة الاضرار الميكانيكية للثمار والاشجار .

هز الاشجار باستخدام هزازات كما سبق تكون على انواع مختلفة منها الات هز جذع الشجرة والتي تحتاج الى قوة كبيرة والات لهز الافرع الرئيسية والتي تحتاج الى قوة اقل من الاولى كما تتوافق مع اشكال طرق تربية الاشجار المختلفة . كما تستخدم السلالم الخشبية او المعدنية المفردة او المزدوجة او التسلق على الشجرة كما تستخدم روافع ميكانيكية يقف عليها عامل الجني ويتحكم في ارتفاعها حسب الحاجة وهي جيدة لكثير من الثمار وتوفر سهولة الحركة وتقليل الاضرار الميكانيكية للثمار .



صورة توضح آلة الجني الميكانيكي لثمار البرتقال



صورة توضح ماكنة جني الزيتون

دلائل صلاحية قطف بعض محاصيل الفاكهة :-

التفاح Apple

دلائل صلاحية قطف Maturity Indices ثمار صنف التفاح Golden Delicious

1- تغيير لون الثمار من الاخضر الغامق الى الاخضر الفاتح او الاصفر المخضر .

2- الصلابة 17 رطل- قوة .

3- 20-40% من قلب الثمرة خالي من النشويات .

4- عدد الايام من التزهير الكامل الى القطف يتراوح بين مئة وخمسة وثلاثين الى مئة وخمسين يوماً .

تفاح Red Delicious

1- الصلابة 18 رطل-قوة .

2- الصلابة × المواد الصلبة الذائبة % × مستوى النشويات(المقياس من 1الى 6)=250 عند الجني .

تفاح الفوجي Fuji

1- تحول اللون الاساس للثمرة من الاخضر الى الاخضر الفاتح او الابيض

2- عدد الايام من التزهير الكامل الى موعد الجني يتراوح بين مئة وثمانين الى مئة وتسعين يوماً .

3- الجني قبل تمام انحلال النشويات .

الكمثرى Pear

دلائل صلاحية اصناف الكمثرى (Anjou , Bosc , Comic)

1- صلابة لحم الثمار

	صلابة لحم الثمار (رطل-قوة)		
الصنف	الحد الاعلى	الحد الامثل	الحد الادنى
انجو	15	13	10
بوسك	16	13	11
كميص	13	11	9

2- تكوين الخلايا الفلينية على العديسات في جلد الثمرة

كمثرى البارتليت Bartlett

1- احسن جودة للاكل عندما تقطف الثمار في مرحلة ماقبل النضج وانضاجها بعد الحصاد .

2- صلابة لحم الثمار وكمية المواد الصلبة الذائبة وحجم الثمرة .

الحد الادنى للمواد الصلبة الذائبة SSC	الحد الاعلى لصلابة لحم الثمار (رطل-قوة)	
	قطر الثمرة2.21-8.23انج	قطر الثمرة اكبرمن 8.23انج
%10	19	20
%10	20	21
%11	20,5	21,5
%12	21	22
%13	لايوجد حد اعلى	

الكمثرى الاسيوية Asian pear

1- تحول لون قشرة الثمرة من الاخضر الى الاخضر المصفر في الاصناف (Nijisseik , Ya Li , Tsu Li,Shinseiki , 20th Century) .

2- تحول لون جلد الثمرة من الاخضر الى بني ذهبي في اصناف Shinko ,Niitaka ,Kosui , Hosui .

السفرجل Quince

1- تغير لون قشرة الثمرة من اللون الاخضر الى اللون الاصفر .

2- سهولة فصل الشعيرات من على سطح الثمرة عند فركه بالابهام .

المشمش Apricot

1- اللون اساس تحديد موعد القطف عند تحوله من اللون الاخضر الى اللون الاصفر حسب الصنف .

2-جني ثمار المشمش ومازالت الثمرة متماسكة .

الخوخ والنكتارين Peach and Nictarine

يعتمد اللون في تحديد موعد قطف الثمار عند تحولها من اللون الاخضر الى اللون الاصفر في معظم الاصناف .

الاجاص Plum

1- تغيير اللون الاساس لجلد الثمرة ويوجد دليل الوان لكل صنف .

2- دليل أكتمال النمو في كاليفورنيا MatureUS-1 وهو الحد الادنى لاكتمال النمو.

2- Well Mature اكتمال نمو تام .

3- Tree ripe بداية النضج على الشجرة .

3- تعتمد صلابة الثمار في ثاقب قطره 8 ملم لتحديد درجة النضج .

الكرز الحلو Sweet Cherry

1- تحول لون جلد الثمرة الى اللون الاحمر او الاحمر الداكن .

2-نسبة المواد الصلبة الذائبة 14-16% حسب الصنف .

الثمار الجافة Drird fruits &Nuts

علامات صلاحية الثمار الجافة للقطف تشقق الغلاف الخارجيHull وانفصاله عن الجزء الخشبي Shell مع تشقق الاخير، وانخفاض القوة اللازمة لفصل الثمار عن النبات مع جفاف الغلاف الخارجي واللب الذي يؤكل، ولابد من حصادها ناضجة متماسكة (صلابتها مناسبة) لضمان الحصول على ثمار جافة جيدة النكهة .



التين Fig

دلائل صلاحية التين للجني يعتمد:

1- لون جلد الثمرة .

2- صلابة لحم الثمرة .

3- يستجيب لحم الثمرة للضغط الخفيف باليد .

4- لون اللحم اصفر مبيض او اصفر فاتح مع تماسك لحم الثمرة .

5- الاصناف السوداء لون الثمار مابين البنفسجي الفاتح والداكن يكون افضل من ان يكون اسود .

العنب Grapes

1- المواد الصلبة الذائبة 14-17% .

2- نسبة المواد الصلبة الذائبة /الحموضة (SSC/TA) في حدود 20 او اكثر .

الرمان Pomegranate

1- اللون الاحمر الخارجي ويعتمد على الصنف .

2- لون العصير احمر او ادكن عن اللون 12/5-R5 حسب دليل الوان Munsell .

3- الحموضة .



ثمار الرمان

الشليك (الفراولة) Strawberry

1- تلون سطح الثمرة بحد ادنى 1/2- 3/4 من سطح الثمرة باللون الاحمر وفي كالفورنيا تلون نسبة تصل الى 2/3 من سطح الثمرة الخارجي كحد ادنى للنضج .



ثمار الشليك

التمر Dates

1- قطف الثمار في مرحلة الرطب Rutab .

2- في مرحلة التمر Tamer .

3- عندما يكون بها اكبر محتوى من السكر واقل محتوى من الرطوبة والتانينات ولب الثمرة أكثر طراوة من مرحلة الخلال .

4- قطف انتخابي في مرحلة الخلال لبعض الاصناف تكون ناضجة جزئيا practically ripe .

البرتقال Orange

1- نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية الى الحموضة في حدود 8 أو اكثر .

2- تلون 25% من سطح الثمرة باللون الاصفر البرتقالي .

اليوسفي والتانجرين Mandarin/Tangerine

1- اللون اصفر –برتقالي او احمر على 75% من سطح الثمرة .

2- نسبة المواد الصلبة الذائبة الى الحموضة في حدود 6,5 او اكثر.

الليمون Lemon

1- نسبة العصير 28-30% .

2- لون الثمار اخضر داكن والثمار الصفراء يجب تسويقها مباشرة .

اللايم (ليمون البصرة) lime

1- نسبة العصير 30% او اكثر .

2- لونها اخضر يكون عمرها اطول والثمار ذات اللون الاصفر عمرها قصير .



شجرة Lime

الكريب فروت :

1- تلون اكثر من ثلثي سطح الثمرة باللون الاصفر .

2- المواد الصلبة الذائبة الى الحموضة بحدود 5,5-6 وتقطف الثمار عند النضج .

الزيتون Olive

الزيتون الاخضر 1- تجانس الحجم .

2- تجانس اللون اخضر فاتح مع نقط بيضاء .

3- تعطي سائل ابيض عند الضغط عليها .

الزيتون الاسود 1- لون الثمار .

2- قوة اتصال الثمرة بالنبات .

3- بعد 3-4 اشهر من المرحلة الخضراء .

الموز Banana

1- امتلاء الاصابع واختفاء التضليع العرضي للاصابع .

2- خضراء مكتملة التكوين .

القشطة Cherimoya

1- تغير لون قشرة الثمرة من الاخضر الداكن الى الاخضر الفاتح او الاصفر المخضر .

2- نعومة ملمس سطح الثمرة على الكرابل وظهور لون كريمي على جلد الثمرة بين الفصوص .

البشملة loquat

صلاحية ثمارها للقطف عند تغيير لون جلد الثمرة من الاخضر الى الاصفر البرتقالي او لون جلد الثمرة اصفر كاملا مع احتفاظها بصلابة مناسبة .



ثمار Cherimoya

الكاكي Persimmons

الحد الادنى لاكتمال النمو وتغيير اللون البرتقالي الى اللون البرتقالي المحمر كما في صنف هاشيا Hachiya والاصفر او الاصفر المخضر في الصنف Fuyu , California Fuyu .

الاناناس Pineapple

1- تغيير لون الثمرة من الاخضر الى الاصفر عند قاعدة الثمرة .

2- عندما تكون صالحة للاكل ذات نكهة مقبولة .

3- نسبة المواد الصلبة 12% .

4-نسبة الحموضة اقل من 1% .

الباباظ Papaya

1- تغير لون جلد الثمرة من الاخضر الداكن الى الاخضر الفاتح مع وجود لون اصفر عند الطرف الزهري وحتى تكوين ربع اللون اصفر للتصدير وثلاثة ارباع اللون اصفر للتسويق المحلي .

2- يتحول لون لحم الثمرة من الاخضر الى الاصفر او الاحمر حسب الصنف .

3- نسبة المواد الصلبة الذائبة 11,5% .

المانكو Mango

1- تغير شكل الثمرة (امتلاء الثمرة) .

2-تغير لون القشرة من الاخضر الداكن الى الاخضر الفاتح والاصفر في بعض الاصناف .

3-تغير لون لحم الثمرة من الاخضر المصفر الى الاصفر ثم البرتقالي .

التين الشوكي Cactus pear

1- حجم الثمار وامتلائها وتجنى الثمار عندما تكون تامة النضج .

2- تحول لون الثمرة من اللون الاخضر الى اللون الاصفر او الاحمر .

3- تساقط مخدات الاشواك الدقيقة .

4- انخفاض صلابة الثمار .

5- تسطح الفجوة الزهرية .

العنبيات (الثمار الصغيرة) البلاك بيري ،البلوبري ،الكرانبري ،الراسبري

Bushberries: Blackberry, Blueberry, Cranberry, Raspberry .

1- يعتمد لون الثمرة اساسآ الجني ولاتتحسن الخصائص الاكلية بعد الحصاد

2- المواد الصلبة الذائبة .

4- درجة الحموضة

العناب الصيني Jujube (Chinese Date)Chinese*Zizyphus jujube*

اللون هو الدليل الاساس لموعد القطف وصلاحية الثمار، يتغير اللون من الاخضر الى الاخضر الفاتح، ثم البني المحمر، ثم البني الداكن عندما تصل الثمار الى النضج، ولايجب حصاد الثمار قبل تحول اللون الى الاخضر الفاتح (اخضر مبيض) ، لانها لاتنضج بطريقة مقبولة خارج النبات .

الكستناء (ابوفروة) Chestnuts

1- انشقاق غلاف الثمرة الخارجي .

2- تساقط الثمار ويجب ان تحصد الثمار يوميا لتقليل الاصابات الفطرية .

3- نسبة الرطوبة في الثمار الطازجة بحدود 40 – 60% .

صلاحية قطف بعض محاصيل الخضر

الطماطم Tomato

صلاحية ثمار الطماطم للقطف: الطماطم Standard Tomato الحد الادنى لصلاحيتها للقطف Mature Green 2 واساس تحديده يعتمد على اكتمال تكوين البذور وانها غير قابلة للقطع عند عمل شرائح عرضية في الثمرة وتكوين الجل في غرف الثمرة .

ويعتمد تلون حوالي 30% من سطح الثمرة باللون الوردي الى الاحمر ولايزيد التلون عن 60% لتحديد قطف الثمار في مرحلة pink stage ، والمقصود ان تكون الثمار قد وصلت الى مرحلة USDA color 4 stage .



الطماطة الشجيرية

الخيار Cucumber

يتم جني ثمار محصول الخيار في مدى واسع من مراحل النمو والتطور قبل وصول الثمرة الى مرحلة النضج، ويعتمد تحديد المدة من التزهير الى موعد الجني لكل صنف حسب درجة الحرارة والخدمة وان تصل الثمار الى الحجم المناسب قبل اكتمال النمو وقبل وصول البذور الى حجمها النهائي او تصلبها، كما يعتمد تكوين مادة جلاتينية في منطقة البذور ودرجة اللمعان وصلابة لحم الثمار كدلائل لتحديد الموعد الامثل لقطف الثمار .

الباذنجان Eggplant

يتم قطف ثمار الباذنجان في مدى واسع من مراحل نمو الثمار وتطورها فقد يعتمد عدد الايام من التزهير الى الجني بحدود 10-40 يوماً حسب الصنف، كما يعتمد حجم الثمار قبل وصولها الى مرحلة النضج وقبل تصلب البذور، كما تستخدم صلابة لب الثمار ودرجة لمعان جلد الثمرة .

الفلفل الاخضر Bell Pepper

يعتمد في تحديد صلاحية قطف الفلفل الاخضر على حجم الثمرة وصلابتها ولونها قبل وصولها الى مرحلة النضج ، إذ يتم جني الثمار في مدى واسع من مرحلة النمو وقبل وصول الثمار الى النضج ، اما الفلفل الملون فيعتمد تلون 50% على الاقل باللون الخاص بالصنف .

الباميا Okra

قرون الباميا (الثمار) يتم حصادها في مرحلة النمو السريع قبل وصولها الى مرحلة النضج والقرون مازالت خضراء زاهية ولحمية وبحدود 3-7 ايام بعد التزهير والبذور لازالت صغيرة .

البصل الجاف Dry onion

تعتمد دلائل صلاحية محصول البصل الجاف الى الحصاد :-

1- عند تهدل وذبول 20-30% الاوراق .

2- التحول من النمو النشط الى السكون .

3- جفاف اعناق الابصال .

البصل الاخضر Green Onion

يعتمد الحجم كدليل لصلاحية الحصاد وفي الاصناف التي لاتكون رووس يعتمد على متوسط القطر مابين 0,6 – 1,3 سم عند قاعدة البصلة غير مكتملة النمو .

الثوم Garlic

يتم الحصاد عند تهدل العروش وجفافها واكتمال تكون الرووس وحسب رغبة الاسواق يمكن جني الثوم في مراحل نمو و تطور مختلفة .

القرع العسلي Winter Squash

يعتمد تغير لون قشرة الثمار من الاخضر الزاهي الى الاخضر الفاتح وتحول عنق الثمرة الى الشكل الفليني .

قرع الكوسا Squash

صلاحية الثمار للقطف تكون في مراحل مختلفة بحيث تكون القشرة طرية والثمرة غير مكتملة النمو ، ويعتمد عدد الايام من التزهير حتى الحصاد 45 – 60 يوماً في اغلب الاصناف وتصل الى 75 يوماً في بعض الاصناف (Luffa) وقد يتم جمع المحصول في وقت مبكر من نمو الثمار وقبل كبر حجم البذرة وتصلبها ويعتبر الجلد الرقيق مع اللمعان الخارجي من دلائل عدم اكتمال النمو .

البطاطا الحلوة Sweet potatoes

تعتمد النكهة في البطاطا بشكل اساس على تركيز النشا والسكر وتتاثر هذه المكونات بالصنف والظروف المحيطة ويتم الحصاد عندما تصل الجذور الى الحجم المطلوب مع وقف الري قبل موعد الحصاد بفترة 2-3 اسابيع لاتمام الجفاف .

البطاطا Potato

الحصاد يبدا عندما تصل الدرنات الى الحجم المناسب للصنف ويتاثر بالري وقتل النبات والحصاد المبكر يعرض الثمار الى الكدمات وسهولة انسلاخ جلد الثمرة وسرعة فقد الماء والكرمشة وانتشار الاصابات الاحيائية .

الفاصوليا الخضراء Snap beans

يتم قطفها اثناء فترة النمو السريع ويتم بعد 8-10 ايام من التزهير ولونها اخضر زاهي والقرون لحمية طازجة والبذور صغيرة خضراء اللون،

وتاخير موعد الجني يقلل من جودة الفاصوليا ويكون متليف اخضر فاتح ويصبح القرن ليفي .

الفجل Radish

يحدد موعد جني الفجل بحساب عدد الايام من الزراعة الى الجني بحدود 30-70يوماً حسب نوع الفجل الفجل الاحمر والمدبب والفجل الاسيوي والحجم الشائع لقطف الفجل الاحمر هو 1,6 سم قطر اكبر سمك والمطلوب في الفجل نكهة معتدلة وقوام جيد .

الذرة السكرية Sweet Corn

لاتوجد علاقة بين لون الحبات ودرجة الحلاوة لكن المستهلك يفضل اللون الاصفر الذهبي الى الابيض والحلاوة كدليل لموعد الجني .

الجزر Carrot

عادة يتم حصاد الجزر قبل اكتمال النمو عند وصول الجزرة الى الحجم المناسب ودرجة امتلاء مناسبة وبشكل متجانس، وقد يستخدم طول الجزر كدليل لصلاحية الجني في حالة استخدامه للتقشير والتقطيع لتسهيل عمليات التصنيع .

القرنابيط Cauliflower

يتم الجني الاختياري للقرنابيط على اساس الحجم واندماج الرؤوس وصلابتها عندما يكون القطر 15سم على الاقل. وعدم اندماج الرؤوس وبروز الاجزاء الزهرية دليل على تجاوز مرحلة الصلاحية للجني ، ويتم حصاد الرؤوس تهذيبا وترص في طبقة واحدة في صناديق كارتونية سعة

24-12 رأسا وتقطع الاوراق من الرأس قبل التعبئة مع ترك جزء من اعناقها حول الرأس وتلف في فلم بولي اثلين مثقب 4-6ثقوب بقطر 2/1سم لضمان التهوية .

الكرفس Celery

يتم حصاد الكرفس عند وصوله الى الحجم المناسب ووصول اعناق الاوراق الخارجية الى مرحلة التفريغ pithiness ويتم حصاد الحقل مرة واحدة. لان نمو الكرفس في الحقل يكون نموا متجانسا .

الخس Lettuce

تعتمد صلاحية حصاد الخس على امتلاء الرؤوس واندماجها تكون ذات نكهة افضل كما ان زيادة اندماج وصلابة الرأس تعد دليلآ على تجاوز مرحلة الجني المناسب .

النباتات البذرية Seed Sprouts

تستخدم هذه النباتات بعد الانبات بفترة قصيرة وتشمل العديد من الخضر والمحاصيل الحقلية وصلاحيتها للحصاد تعتمد بدرجة كبيرة على ظروف الانبات، وطول النبتة هي المعيار الرئيسي لتحديد المرحلة المناسبة للجني ويعتمد عدد الايام بعد الانبات ويكون بحدود 3-8 ايام بعد الانبات مثل البرسيم وعباد الشمس والجدول (8) يوضح الاطوال المطلوبة في هذه النباتات .

جدول (8) صلاحية الاطوال المطلوبة لبعض النباتات عند الحصاد

المنبتات	الصلاحية للحصاد (ملم)
Adzuki	26 – 14
البرسيم Alfalfa	28 – 26
البقوليات Beans	28 – 26
نوع من القمح buck wheat	15 – 10
مجموعة الصليبيات *Brassica spp* مثل البروكلي	26 – 16
الحمص Garbanzo	36 – 26
نوع من الفاصولياMung beans	76 – 26
الفجل Radish	26 – 16
القمح Wheat	15 – 10

السبانخ Spinach

يعتمد حجم السبانغ اساس الجمع والاستفادة من الاوراق التي وصلت الى مرحلة نمو متوسطة وتكون عادة 3-4 ايام بين الحصدة والتي تليها لضمان حجم منتظم ومناسب للسبانخ .

اعشاب الطهي Herbs (Fresh Culinary Herbs)

ريحان basil ، بقدونوس فرنسي chervil ، كراث صيني chives ، ورق الكزبرة citantro ،شبنت dill ، نوع من البقدنوس mache,epazote ، بردقوش marjoram ، نعناع mint ، بقدونس بري mitsuba ،اوريجانو oregano ، بقدونس parsly ،مريمية sage ،نوع من الاعشاب الصينية shiso ،tarragon ، الزعتر .

يتم حصاد العديد من هذه الاعشاب كساق ورقية اونصف خشبية (الشبنت ،اوريجانو،الريحان ،نعناع)وقد تحتوي الاعشاب على ازهار مكتملة او غير مكتملة التكوين ، ويتم حصاد بعض هذه الاعشاب كاوراق نامية (mache) او كناباتات كاملة (الريحان ، ورق الكزبرة).

عيش الغراب Mushroom

يتم حصادها على اساس مرحلة النمو عندما تكون القلنسوة مستديرة بشكل جيد والخياشيم مازالت مقفلة ولايعتمد على الحجم في الجني كما يعتمد نسبة طول الساق الى السمك منخفضة ويكون طول الساق بما يسمح باجراء تقصيره بعد الحصاد دون المساس بالحجم او الخياشيم .

الخرشوف Globe Artichoke

مخروط القنابات هي الجزء المستخدم في الخرشوف ويتم حصادها قبل اكتمال النمو ويتم الاختيار على اساس الحجم واندماج القنابات وتتميز القنابات بطيف بني وتكون خشنة متليفة ويظهر قلب النورة لون قرنفلياً او بنفسجياً بسبب وجود الزهرات .

الاسبرجس الاخضر Green Asparagus

يتم حصاد مهاميز الاسبرجس عند نموها من تحت سطح التربة ويصل طولها حوالي 23سم وسمك المهاميز لايؤخذ به كدليل على صلاحية جني المحصول .

البروكلي Broccoli

يعتمد على قطر القرص ودرجة الامتلاء وان تكون الزهيرات قريبة من بعضها ومندمجة وغير متفتحة .

الكرنب Sprouts

دلائل صلاحية كرنب بروكسل ، وهي عبارة عن براعم خضرية مدمجة تنمو على طول ساق النبات وان يقطف عندما تكون البراعم صلبة ولم تتعد مرحلة اكتمال النمووانفصال الاوراق دليل على تجاوز هذه المرحلة ،

اما الكرنب المستدير الصيني فيعتمد على امتلاء رأس الكرنب كدلائل صلاحية الجني والتي تستجيب قليلا للضغط باليد ويكون الرأس مندمجة ومتماسكة والرؤوس غير الممتلئة الفارغة تكون غير صالحة للحصاد .

دلائل صلاحية قطف بعض الازهار:

زهرة الانثوريوم-زهرة الفلامنكو Anthurium

يتم قطف ازهار الفلامنكو عندتفتح 20% من ازهار المحور تفتحت، والتي يبدا تفتح الازهار من اسفل المحور وفي بعض المزارع يقطفون الازهار عند تفتح ثلاثة ارباع الازهار الحقيقية على المحور وتجنب الازهار المتضررة والتي اصبح لون المحور فيها بنياً او ذبوله .

عصفور الجنة paradise

ان اول خروج الازهار لايمكن رؤيتها من خلال الاكياس الورقية وفي هذه المرحلة تكون النورة منتفخة وعليها شق برتقالي خفيف على سطحها العلوي والبراعم تكون مقفولة يكون افضل وقت للقطف حيث تطول حياتها عندقطفها في هذه المرحلة ويجب ان تون رؤوس الازهار جافة غير مبتلة لتجنب احتمال الاصابات الفطرية .

زهرة البوفاردية Bouvardia

يتم قطف ازهار البوفارديا عند تفتح 2-3 ازهار خارجية على الساق وتجنب ذبول اوراق الازهار او اصفرارها .

ازهار كالاليلي Calla Lily

يتم القطف عند تفتح الغمد بدرجة مناسبة تسمح برؤية النورة الحقيقية في داخله الازهار التي تقطف بوقت ابكر تكون عرضة للاضرار وعمرها قصير، ويجب ان تكون النورة الزهرية واضحة عند الشراء لان الازهار المقفلة يمكن ان لاتتفتح بشكل طبيعي .

القرنفل Cornation,Miniature

الغاية من استخدام الازهار بعد القطف يحدد الموعد المناسب للقطف وتعتبر مرحلة النجمة مبكرة جدا لصلاحية الزهرة للقطف، والمناسب ان تكون البراعم في مرحلة الفرشاة paint brush وتكون البتلات مستقيمة الى الاعلى ، اما الاستخدام المباشر لهذه الازهار فيناسبها الجني عندما تكون البتلات الخارجية بين المستقيمة والوضع الافقي وازهار القرنفل المفرد يمكن شرائها عندما تتفتح زهرة واحدة على الاقل في الساق المنتفخة .

حنك السبع Snapdragon

تحصد الازهار الى الاسواق المحلية عند تفتح نصف الى ثلثي الازهار الموجودة اسفل العنقود، واذا كان الهدف الشحن لمسافات ابعد فيتم قطفها بوقت ابكر ويفضل شراء هذه الازهار عندتفتح 2-5 ازهار على الساق الواحد.

الالسترومارياـ بروفيان ليلي Alestromeria

يتم قطفها عندما توشك البراعم ان تتفتح وتبدا في التلوين، وفي هذه المرحلة يكون عمرها اطول ما يمكن اما في حالة التسويق القريب فينتظر تفتح حوالي ثلاثة ازهار .

شقائق النعمان او زهرة الرياح Anemone

تقطف ازهار شقائق النعمان عند تلون كامل البرعم وتفتح 25-50% من الازهار لكن قبل تمدد واستطالة البتلات .

زهرة النجمة او الاستر Aster

تقطف الازهار قبل اكتمال نموها ، وقد تفشل الازهار في التفتح لذلك يكون وعلى الاقل ثلاثة ارباع الزهرة منتفخة .

الدافوديل-النرجس Daffodil

يتم القطف عند تفتح زهرة واحدة على المحور (النورة) ، يفصل النورة عن الاوراق والبصلة ويتم شراء الازهار عندما تكون الساق مستقيمة والنورة في مرحلة الانحناء بزاوية قدرها 45 درجة .

الكافور Eucalyptus

حصاد الاوراق يتم عند اكتمال نموها وتكون في افضل مظهرها ويتم حصاد الافرع اليافعة ذات السيقان الطويلة مع ترك عدة براعم لضمان نمو افرع جديدة اثناء العرض وان لاتكون قممها النامية ذابلة .

الفريزيا Freesia

دلائل صلاحية الفريزيا الى القطف عند تلون وتفتح اول زهرة ويفضل الشراء عند بداية تفتح زهرتين كما ان لكل صنف ميزة خاصة به .

الجربيرا Gerbera

تفتح صفين من القرص الزهري دليل قطف ازهار الجربيرا ويتم القطف من منطقة اتصالها بالرايزوم .

الزنجبيل Ginger

لاتوجد دلائل اكتمال نمو قياسية لزهرة الزنجبيل وتقطف عند تفتح كل الازهار على الاغريض وتعرض الازهار للبرودة يكسبها لوناً غير طبيعي رمادياً/ازرق .

الكلاديولس Gladiolus

يتم القطف عند تلون زهرتين الى ثلاث زهرات في قاعدة النورة الزهرية، واذا اريد شحنها لمسافات ابعد فيبكر في القطف كتفتح زهرة واحدة ويفضل الشراء عند تلون ثلاث زهرات .

الايرس Irise

يتم قطف ازهار الايرس عند مرحلة pencil stage عندما يظهر خط ملون بين الاوراق المغلفة للزهرة عند تفتح الاوراق الغمدية المغلفة للازهار ويستثنى الصنف BlueRibon يتم القطف عند مرحلة اكثر تقدما عند تفتح حافة احدى البتلات .

الاوركد Orchids

تقطف ازهار الاوركد بعد 3 او4 ايام من تفتحها لان القطف المبكر للازهار يجعلها تتفتح بشكل غير طبيعي وتقطع كل زهرةعلى حده وينصح بشراء ازهار الاوركد وهي متفتحة تماما اوعلى الاقل تفتح زهرتين في كل حزمة .

اعداد وتعبئة المحاصيل البستنية

بيوت التعبئة :

تنشأ بيوت التعبئة في الحقول الكبيرة ذات الانتاج العالي او في مركز يجمع فيه محصول عدة بساتين صغيرة وتلحق بها اماكن واسعة لاجراء عمليات الفرز والتدريج كما تلحق بها مخازن مبردة للمحافظة على الثمار من ارتفاع درجات الحرارة وخطوط الفرز والتدريج والغسل والتجفيف، بعد قطف الثمار تجمع في عبوات الحقل المختلفة الاحجام حسب نوع الفاكهة ودخول المكننة في عمليات الجني ادى الى استعمال عبوات كبيرة الحجم وتنقل الى بيوت التعبئة وفي بعض الثمار كالحمضيات تنقل بعد عمليات الجني بدون عبوات الى بيوت التعبئة، لتجفيف سطح الثمار من الرطوبة وتكون سطح العبواة صقيل يقاوم الخدوش والثمار الطرية التي لاتتحمل التداول كالثمار الصغيرة تتم تعبئتها في الحقل، لتقليل نسبة الاضرار وتجرى عمليات التبريد الاولي للثمار للتخلص من حرارة الحقل .

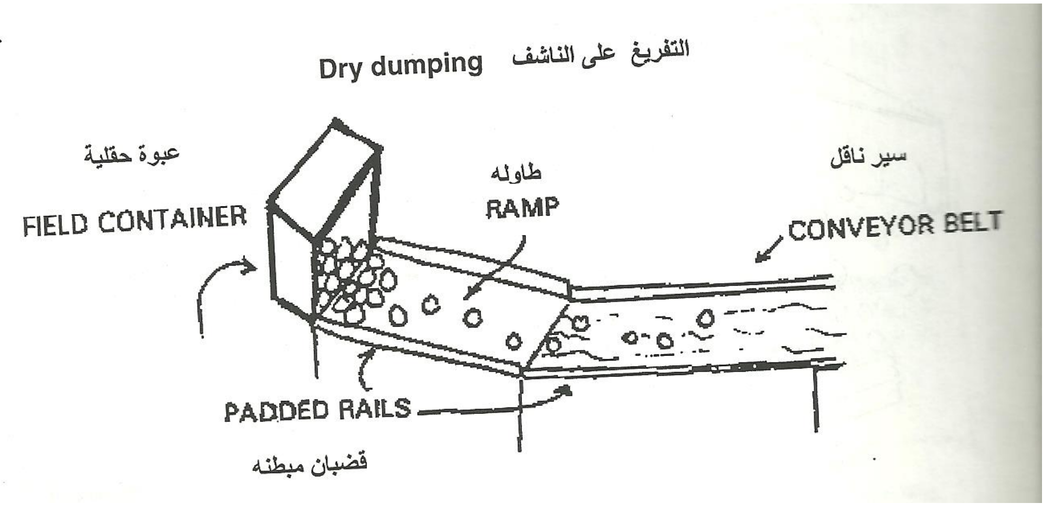


صورة لاحد بيوت التعبئة

سلسلة العمليات التي تتم في بيوت التعبئة :

التفريغ : Dumping

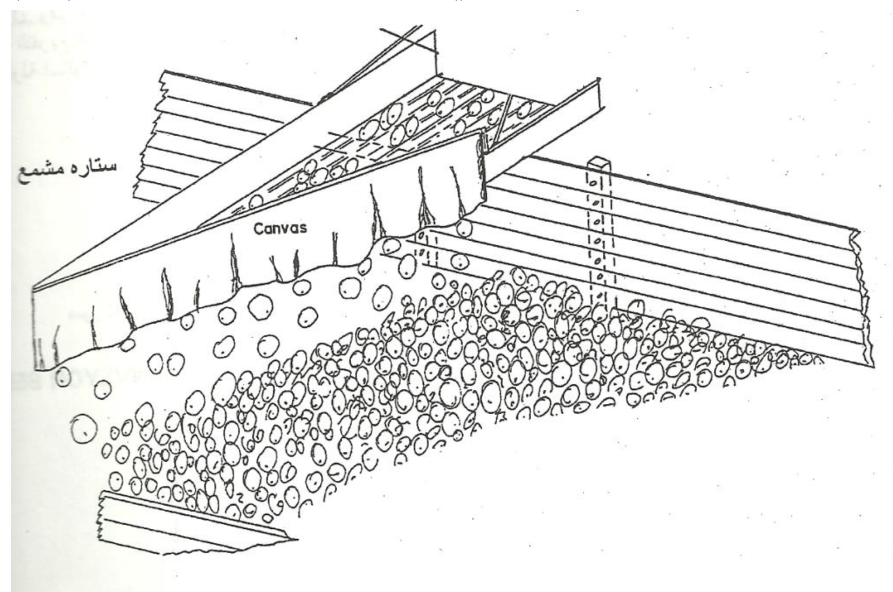
بعد وصول المحصول الى بيوت التعبئة تجرى له عمليات التفريغ الى عبوات اخرى، فاذا كانت العبوات صغيرة Lug boxes تفرغ يدويا برفق الى الخط الناقل او العبوات المخصصة لها والتي تكون مبطنة من الداخل، وتفريغ المحصول يكون تفريغاً جافاً من صناديق الحقل الكبيرة Bins او من عربات النقل قد يستخدم التفريغ الميكانيكي، إذ يتم تفريغ المحصول بلطف على طاولة استقبال المحصول المبطنة ويرتبط بها خط سير ناقل الى داخل محطة التعبئة ويجب تفريغ الثمار الطرية بلطف من عبواتها الى خط تعبئة الثمار packing line للمحافظة عليها من الرضوض والخدوش كما في الشكل (13).



شكل (13) احد طرق تفريغ المحاصيل البستنيه

كما تستخدم طريقة التفريغ بالماء في حالة المحصول وافر وسهل التعرض الى الاضرار الميكانيكية فيفرغ المحصول ميكانيكيا في احواض ماء هذه الاحواض مرتبطة بحزام ناقل لسحب الثمار من حوض الماء وفي هذه الطريقة تغسل الثمار من الاتربة والعوالق الاخرى ثم تجفف لازالة الرطوبة بعض الثمار تغطس في الماء مثل الكمثرى، لارتفاع كثافتها ونزيد من كثافة الماء النسبية باضافة بعض الاملاح مثل Sodium Sulfate او

Sodium Silicate وتستخدم ستارة من الشمع، لتقليل حركة الثمار على خطوط التعبئة وتستخدم طريقة التعويم Flotation ، لتقليل نسبة تصادم الثمار مع بعضها وفيها تغمر الصناديق الكبيرة المملوءة بالثمار في حوض الماء ميكانيكيا فتطفو الثمار على سطح الماء تاركة الصناديق فارغة وتتحرك الثمار بتاثير تيار مائي الى احزمة النقل الشكل (14) .

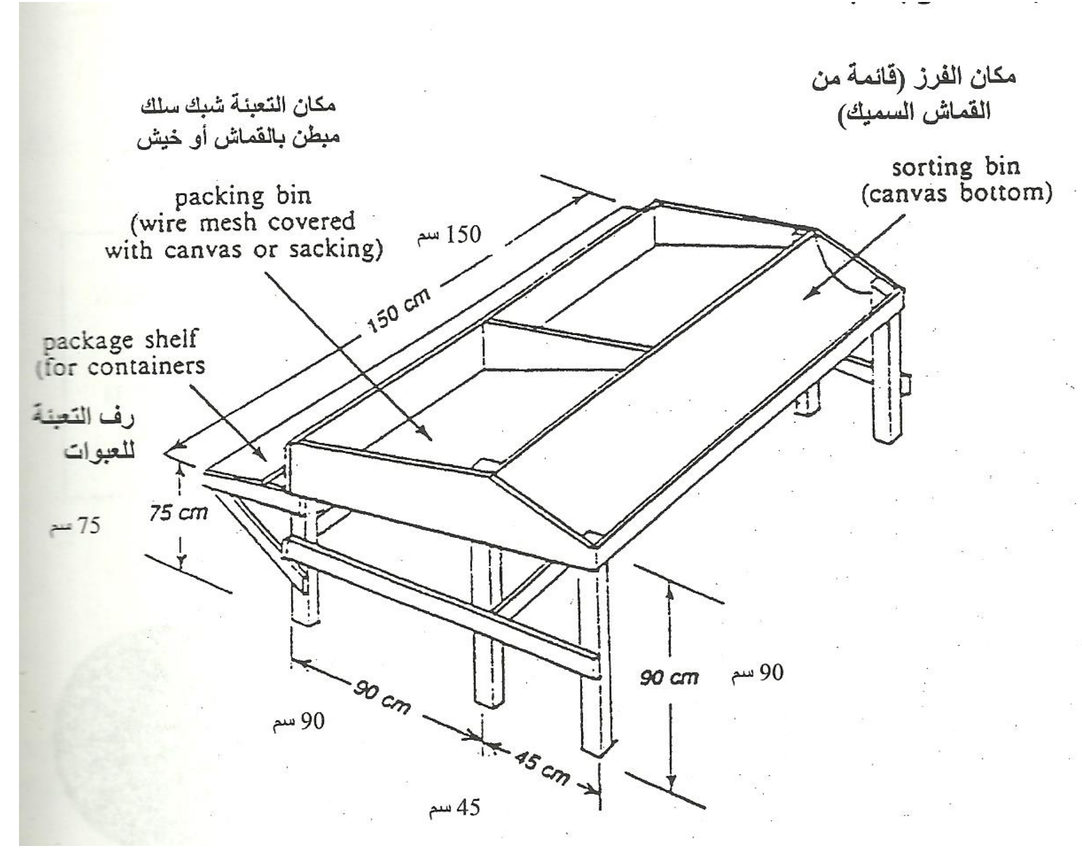


شكل (14) فرز المحاصيل البستنية باستخدام الماء .

الفرز : Sorting

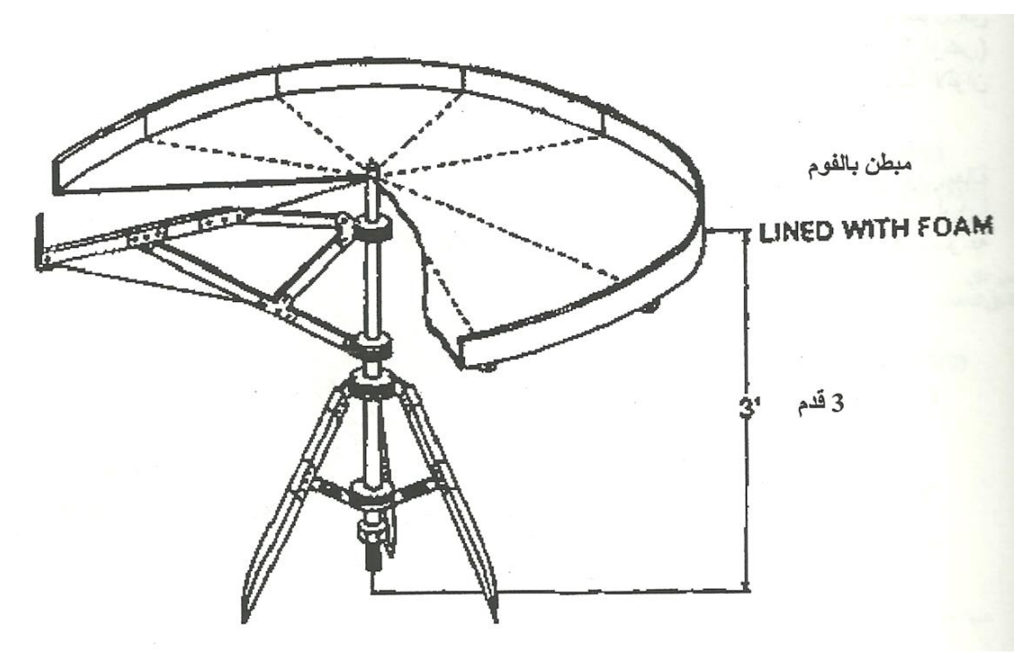
يتم عزل الثمار المصابة فسلجيا او احيائيا عن الثمار السليمة، لان الثمار المصابة احيائيا تعتبر مصدر لانتشار الاصابة في الثمار السليمة وتنتقل الاصابة الى مياه التنظيف وتعد مصدرآ الاصابة في المخازن والاصابات الفسلجية في الثمار تؤدي الى انتشار الاصابات الاحيائية لاحقا بالاضافة الى عدم صلاحية هذه الثمار للتداول ويتم عزل الثمار المصابة من خلال العزل اليدوي عند امرار الثمار على الاحزمة الناقلة، ومن خلال هذه الوحدة يتم عزل الثمار غير المستوفية للشروط من خلال عمال مدربين على جانبي الحزام الناقل والثمار الصغيرة تذهب الى المصانع كما تجري عملية فرز الثمار على مناضد معدنية او خشبية او من المطاط او القماش وتكون ثابتة او متحركة ويمكن دمج عمليتي الفرز والتعبئة في مكان، واحد

كما موضح في الشكل (15)، يقوم عامل واحد بالفرز وتوضع الثمار المفروزة في صندوق تتم تعبئتها النهائية من قبل عامل اخر.



شكل (15) منظومة فرز المحاصيل البستنية

كما تستخدم طاولة فرز صغيرة متنقلة شكل (16) وهي منضدة مستديرة قطرها حوالي متر واحد يغلف سطحا بالقماش السميك او المشمع او البلاستك، لحماية المحصول من الجروح والكدمات اثناء الفرز مع مراعاة ان يكون مركز الطاولة اعلى من جوانبها الخارجية، لضمان حركة الثمار الى الجوانب في متناول ايدي العمال وتفرغ صناديق الثمار على الطاولة، لاجراء عمليات الفرز حسب الحجم او اللون يقوم بها اربعة عمال يقفون حول الطاولة .

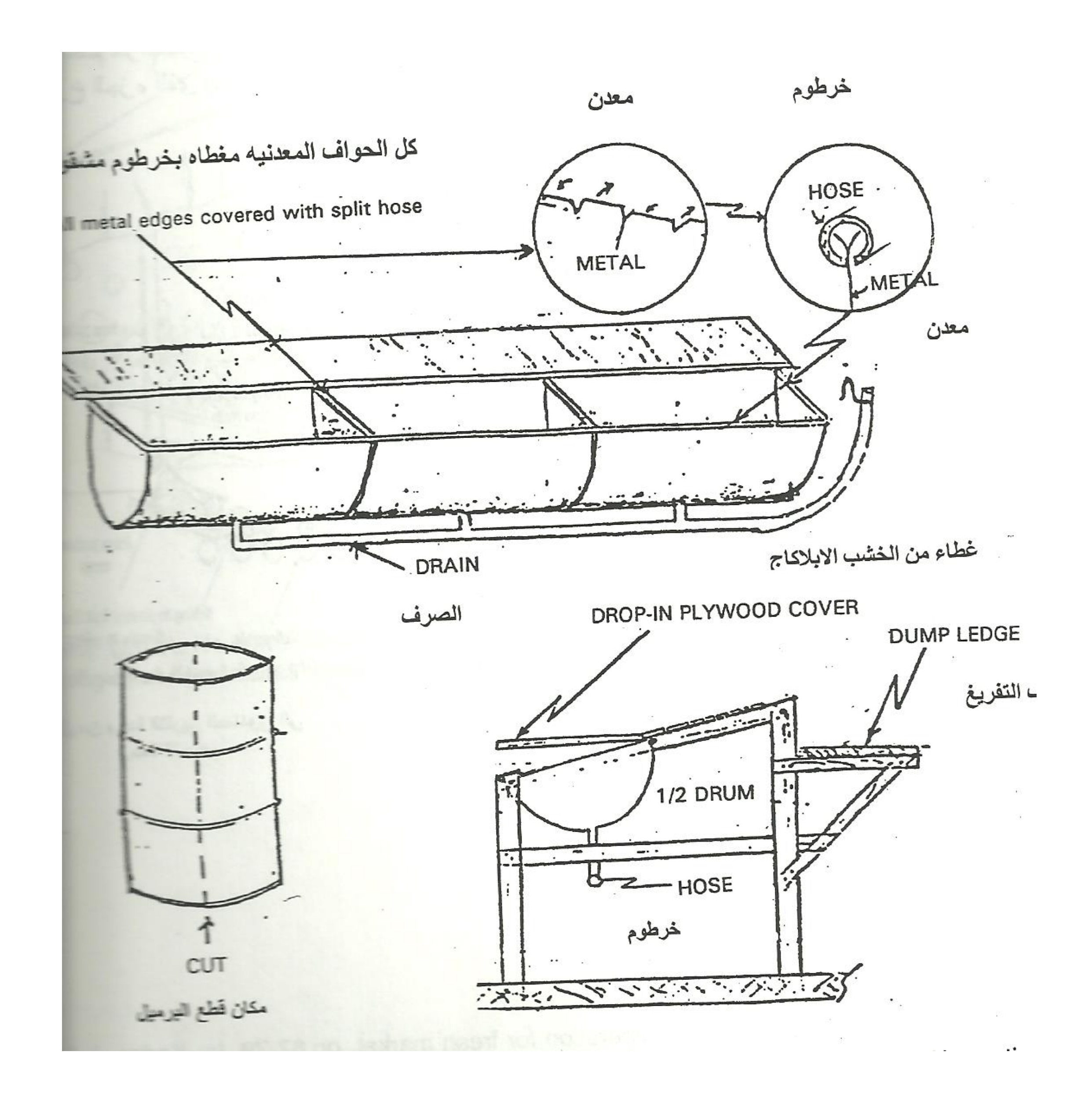


شكل (16) نوع دائري من منظومة فرز المحاصيل البستنية.

ويوصى ان يكون عرض الطاولة بحدود 0,5 م حتى يسهل وصول يد العامل الى كل الثمار وان يكون ارتفاع وحدة الفرز تجعل يد العامل تمتد الى الثمار بزاوية 45 درجة، لتقليل الجهد وان تكون الاضاءة مناسبة لرؤية عيوب الثمار بحدود 500-100شمعة ، وتكون سرعة الاحزمة الناقلة مناسبة ؛ مع اداء العمال وان لاتكون سريعة تعبر خلالها الكثير من الثمار المصابة وان تكون الاحزمة قادرة على تدوير الثمار على الاقل دورتين امام العامل ويفضل تغيير مكان العامل لتقليل الملل والتعب كما تكون الارضية تحت العمال من المطاط الكثيف يقف عليها العامل لتقليل الاجهاد.

الغسل : Washing

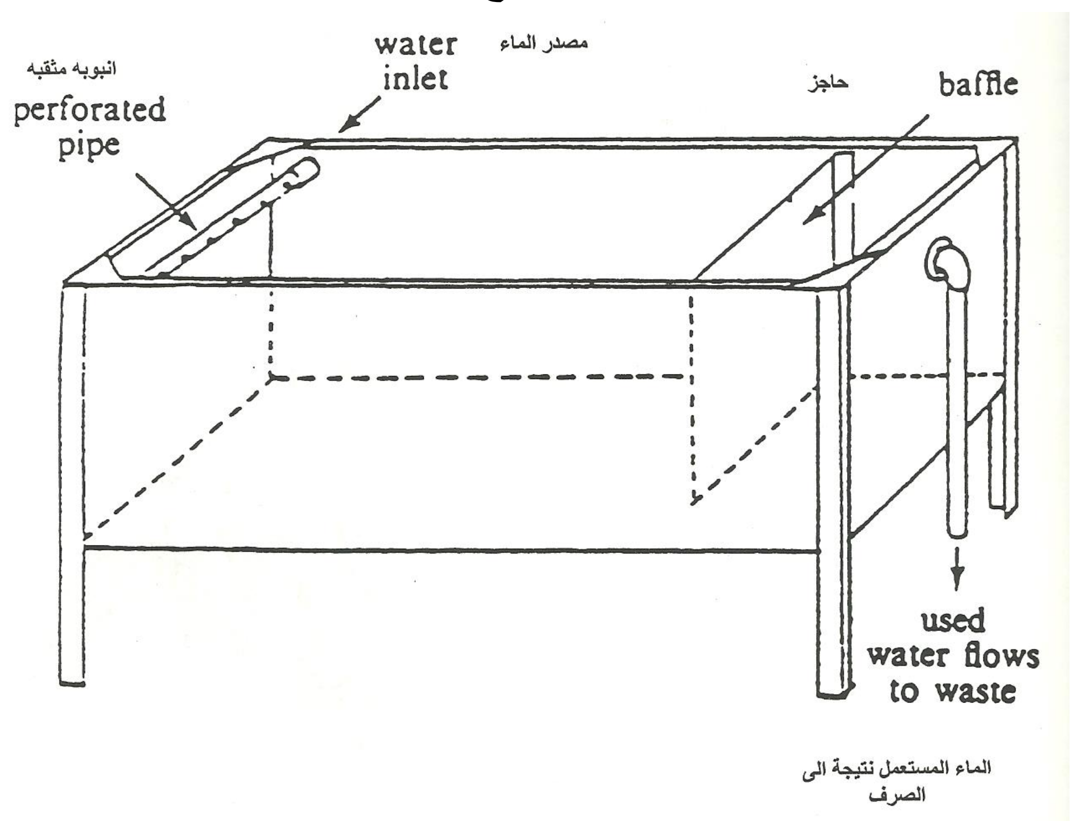
تفرغ الثمار في احواض الماء وتبقى فيها لفترة زمنية كافية لتحلحل العوالق والاتربة من سطح الثمرة ثم ترش برذاذ ماء قوي، لتنظيفها ونقلها الى مرحلة ثانية من التعبئة في حالة كميات الثمار صغيرة تستخدم براميل او اسطوانات نصفها مفتوح شكل (17)، لعمل وحدة غسل بسيطة في البستان وعمل فتحات لتصريف الماء وتغطية كل الحافات المعدنية الحادة بانابيب بلاستيكية مشقوقة وتثبت الاحواض على منضدة خشبية مائلة قليلا .



شكل (17) الادوات البديله لتنظيف المحاصيل قبل التسويق .
المصدرGrierson,W.1987

وتوجد احواض غسيل مبسطة مصنوعة من المعدن شكل (17) توضع قرب ماسورة صرف وفيها حاجز من لوح معدني مثقب Perforated Sheet Metal حيث يضخ الماء تحت ضغط من خلال ماسورة مثقبة اعلى احد الجوانب لتحريك المحصول الى جانب الحوض الذي يحتوي بالوعة لصرف الماء والتخلص من الاوساخ ويضاف له مصفاة لفصل الشوائب ويمكن ان يدور الماء مع استخدام مادة الكلورين لتقليل انتشار العدوى من الثمار المصابة الى السليمة ويستعمل 1-2مل من الكلورين/لتر

ماء ليعطي تركيز 100- 150 جزءآ في المليون ويجب المحافظة على PH 6,5 – 7,5 للحصول على افضل النتائج .



شكل (18) حوض لغسل المحاصيل البستنية المصدر FAO.1989

وطريقة الغسل والتنظيف تعتمد على نوع المحصول فبعض المحاصيل يتم غسلها قبل التعبئة والتبريد مثل المحاصيل الورقية والطماطم والخيار، ومحاصيل يتم غسلها بعد التخزين مثل البطاطا والجزر، ومحاصيل يتم غسلها لازالة السائل اللبني وتقليل التبقعات كما في الموز والمانكو ، ومحاصيل اخرى يكتفي باستخدام الفرش بعد الخزن والتجفيف كما في البصل والثوم والكيوي بعد التخزين،ومحاصيل لاتغسل كالباميا والفاصوليا الخضراء والفلفل والكوسا الصيفية .

التعقيم : Sterilization

التنظيف والتطهير ضرورياَ، لتجنب انتشار الاصابات الاحيائية في المحصول اثناء التداول وعند الخزن، والاهم هو عدم وصول هذه الاحياء الى المستهلك، فتطهير الثمار من الجراثيم العالقة فيها والتي تنتقل لها في ماء الغسيل من الثمار المصابة وللحماية من انتشار الجراثيم سواء اصابة الثمار في الحقل أم التي تنتقل اليها نتيجة التداول، وتدمج احيانا عملية الغسل والتعقيم باضافة المواد المطهرة الى احواض الغسيل وغمر الثمار فيها واحيانا تضاف المطهرات مع ماء التنظيف بعد الغسل يضخ الماء على شكل رذاذ لتطهير الثمار

ويجب توفير شروط في المطهرات Disinfectants منها :

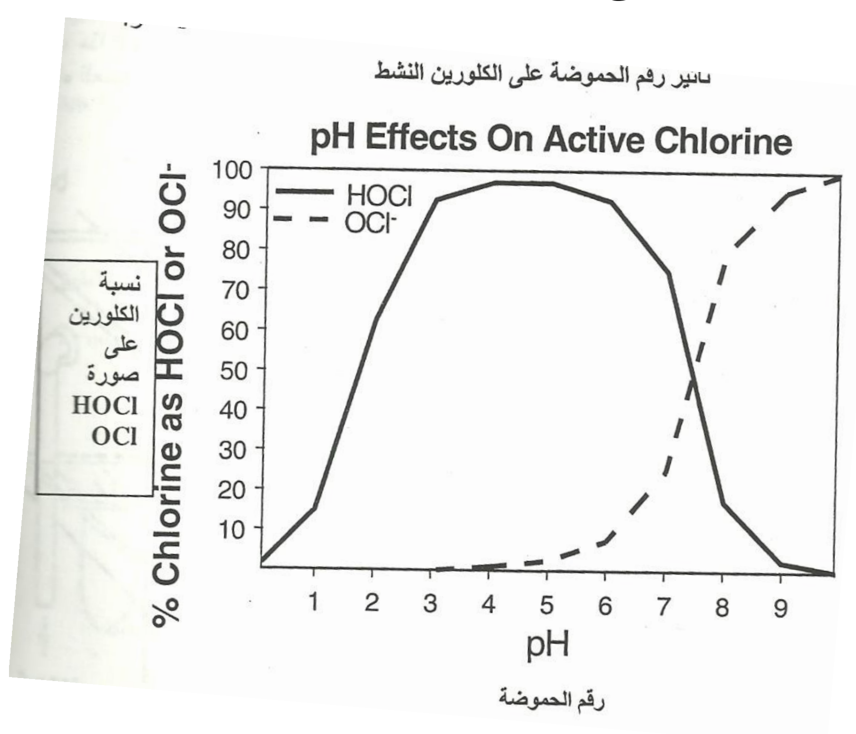
1- مايخص المستهلك ان تكون هذه المطهرات امنة صحيا غير سامة للانسان والحيوانات الاخرى .
2- مايخص الثمار ان تكون هذه المطهرات خالية من أي تاثير على طعم ورائحة ولون ونكهة الثمار وان لاتترك اثرا على الثمار.
3- المبيدات يجب ان تكون رخيصة الثمن متوافرة وان تكون سامة للجراثيم غير مؤثره على الانسان وان تكون ثابتة التركيب وسهلة الذوبان والانتشار .

ومن المواد المستخدمة كمطهرات في الفواكه والخضر.

1- المعاملات بمحلول الكلورين تركيز 100 – 150 ppm في ماء الغسيل والكلورين التجاري اقل فعالية فيستخدم التركيز 1-2 ملم/لتر ماء (Moline,1984) .
2- محلول هيبوكلورات الصوديوم او الكالسيوم .
3- محلول برمنكنات البوتاسيوم .
4- محلول البوراكس وحامض البوريك وكبريتات النحاس.
5- ارثوفينيلفينات الصوديوم .

توجد العديد من المطهرات خاصة بالشركات المنتجة والدول وفي السنين الاخيرة استعمل التشعيع في عمليات التطهير التي استخدمت في

تطهير disinfestations المحاصيل البستنية، كالخضر والفاكهة الاستوائية من الحشرات والاحياء المجهرية والتي تكون حساسة للاشعة كالبيوض الحشرات تليها اليرقات larval ، ثم العذارى واخيرا طور البلوغ adults وحتى الحشرات المقاومة للاشعة تصاب بالعقم، والهدف الثاني لعملية التشعيع هو اطالة عمر الثمار shelf life نتيجة تاثيرها على الكثير من التفاعلات الحيوية في الثمرة والتاثير التثبيطي لنمو الاحياء المجهرية ويكثر استخدامها في منع التزريع في البصل والبطاطا والاهم هواطمئنان المستهلك في استهلاك المحاصيل المشععة واخيرا فان منظمة FAO و WHO اكدوا على سلامة الاغذية المشععة .



شكل (19) العلاقة بين PH وفعالية الكلورين

التجفيف : drying

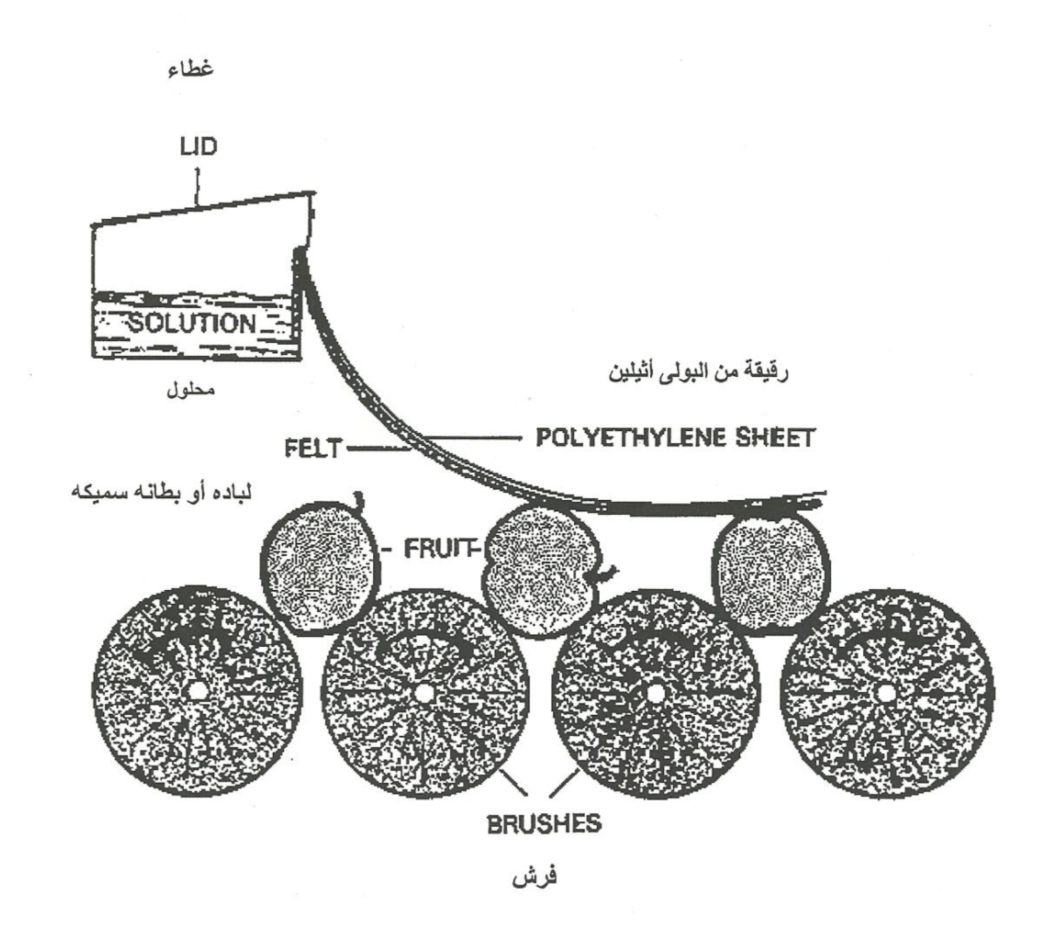
وهي عملية ازالة الماء او الرطوبة من سطح الثمار، لتجنب انتشار الفطريات والبكتريا على سطح الثمار وتزال الرطوبة اما بامرار الثمار على اقمشة جافة او بامرار تيار هوائي جاف على الثمار او ترك الثمار في مكان مظلل، لتجف ، والثمار التي تجرى عليها عمليات التشميع يتم التجفيف بعد اتمام عمليات التشميع وهي ضرورية في المناطق ذات الجو الرطب وفي المناطق الجافة تكون غير ضروية، لان تجفيف الحاصلات يزيد من فقد الماء من الثمار مما يزيد نسبة فقدان الوزن وزيادة الاضرار الفسلجية في تلك المحاصيل .

التشميع Waxing:

هو اضافة طبقة من الشمع على سطح الثمار بهدف التقليل من فقد الوزن وتحسين مظهر الثمار وتعويض الشمع الطبيعي على سطح الثمرة الذي يزال في عمليات الغسل والتنظيف ومن الشائع استخدام الشمع مع ثمار الحمضيات والفاكهة الاخرى كالتفاح والخوخ ومع بعض الخضر كالخيار والكوسة والفلفل والطماطم والباذنجان، ومن الشموع المستخدمة شمع البرافين الذي يسيطر على فقدان الماء تقريبا من سطح الثمار، لكنه غير لماع مما يعطي لونآ غير جذاب فيما يكون شمع الكارنوبا carnauba اكثر لمعانا ، ويضيف لونآ جذابآ للثمار لكن السيطرة على فقدان الرطوبة قليلة مع شمع الكارنوبا ، وتستعمل بعض الزيوت النفطية وزيوت الخضراوات تخلط مع الشموع ويجب ان تكون غيرضارة بالصحة العامة، كما تستخدم في السنين الاخيرة مركبات البولي اثلين والمواد الراتنجية الصناعية والمواد المستحلبة وتضاف مبيدات الفطريات وموانع الشيخوخة مع الشموع والشائع استخدام منظمات النمو مثل 2,4-D و 2,4,5-T بتراكيز 500 ppm مع الحمضيات حافظ على اللون الاخضر لطرف الثمارbuttons .

ويضاف الشمع بطرق عديدة منها نقل المحصول المراد تشميعه الى حوض مستحلب شمعي تغطس الثمار فيه ويجب ان تكون طبقة الشمع رقيقة لتسمح

بالتبادل الغازي وعدم ايقاف التنفس فيها كما يمكن ان ترش الثمار بمستحلب الشمع او ترش بشكل ضباب fogging على الثمار او تستعمل على شكل رغوة foum ، او تستعمل الفرشاة، يضاف لها الشمع وتمسح الثمار وبعد التشميع تجفف الثمار بشكل جيد بهواء ساخن ثم تلميعها polishing بفرشاة متحركة لاعطاء الثمار اللون الجذاب شكل (20).

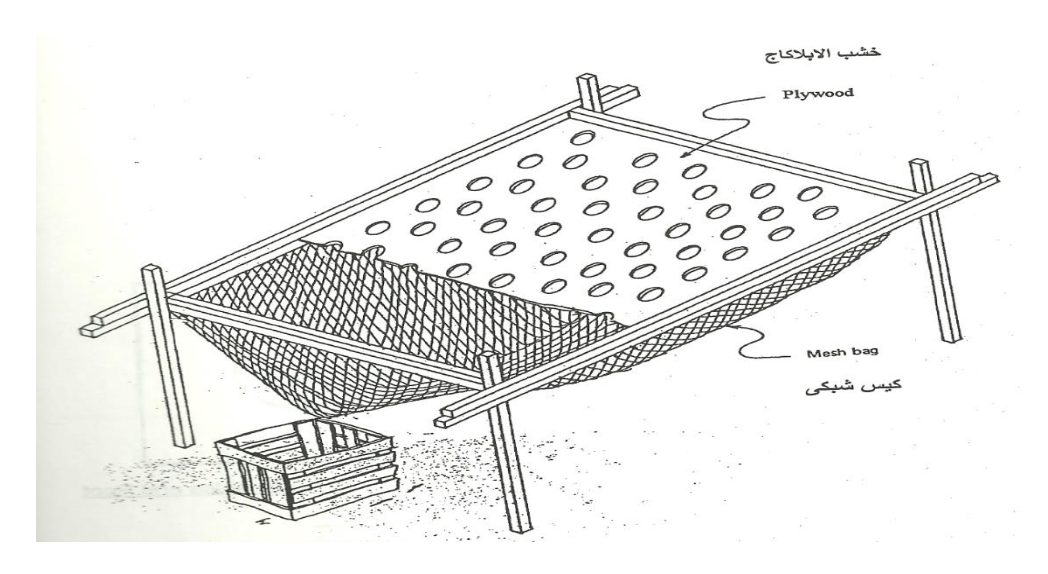


شكل (20) جهاز تشميع الثمار

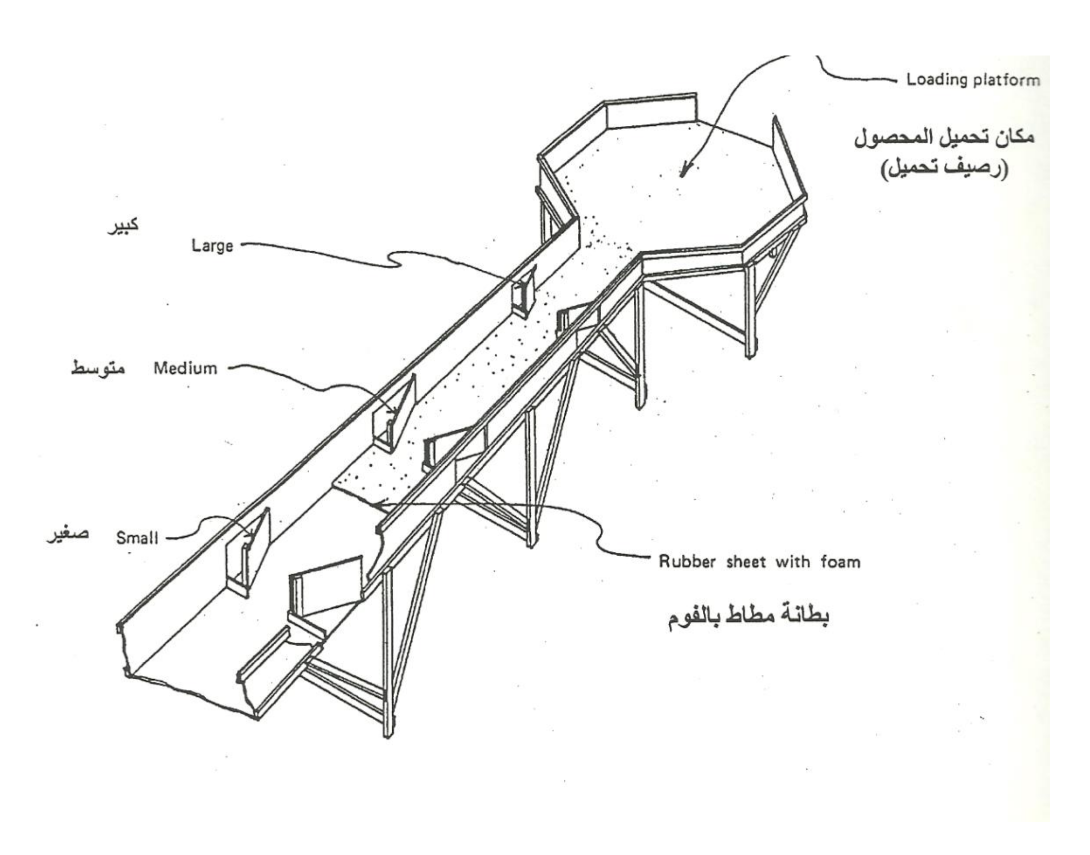
التحجيم (التدريج) : Sizing

تجرى عمليات توحيد تحجيم الثمار من خلال حلقات تصنع من الخشب او المعدن وحجمها حسب المواصفات القياسية للتدريج والتحجيم للمحاصيل البستنية لوزارة الزراعة الامريكية USDA باعتماد مجموعة من حلقات،

لتحديد الاحجام Multiple size rings تنظم على طاولة او حزام نقل ترتب حسب الحجم الكبير تدريجيا الى الحجم الصغير تمر الثمار ذات الحجم الواحد من خلالها الى شبكة تحول الى صناديق والثمار الكبيرة الحجم التي لم تمر من خلال فتحات الطاولة تمرر على طاولة ثانية فيها فتحات ذات حجم اكبر من فتحات الطاولة الاولى شكل (20) ، اما الطاولة المخصصة لفرز وتحجيم ثمار الحمضيات شكل(21) فتتكون من حوض تفرغ فيه الثمار وتمر خلال ممر ذي ميل مناسب مبطن بمادة البلاستك ، لمنع الاحتكاك والجروح والخدوش في قشرة الثمار وفيها ممرات لاتسمح بمرور الثمار الكبيرة، ثم ممرات اخرى اصغر فاصغر، وتنتهي بصندوق الجمع، وعمال على الجوانب، لنقل الثمار من الممرات الى صناديق حسب الحجم وتحتاج خمسة عمال لادارة هذه المحطة البسيطة تقسم فيها الثمار الى ثمار كبيرة الحجم ومتوسطة، وصغيرة وتوجد العديد من سيور الفرز حسب الطلب تختلف في عرضها وحجم الفتحات فيها فقد تكون الفتحات مربعة الشكل تناسب الطماطم والتفاح والاحزمة ذات الفتحات المستطيلة تناسب الفلفل والخوخ و اما البصل والبطاطا فتناسبها الفتحات السداسية ،اوتكون على شكل اقداح cups وهذه المنظومات تكون يدوية مبسطة او ميكانيكية متطورة وهدفها اعطاء ثمار ذات احجام موحد للاسواق لتفضيل المستهلك الثمار موحدة الحجم كما ان بعض باعة المفرد يبيعون الثمار بوحدات حجمية يهمهم تجانس احجام الثمارشكل(23) .

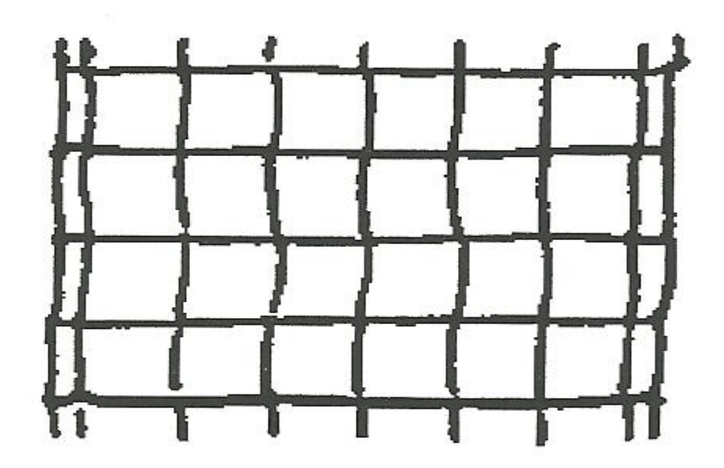


شكل (21) نظام فرز الثمار



شكل (22) وحدة تحجيم الموالح .

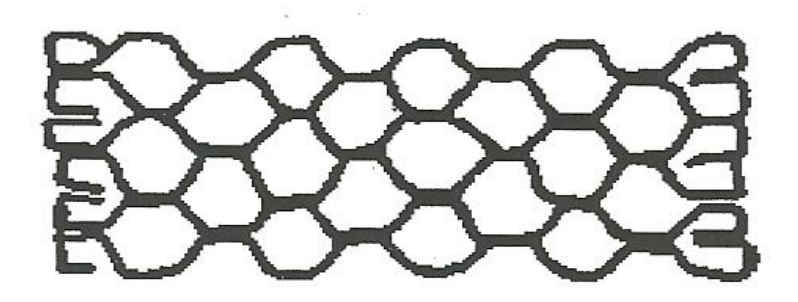




Rectangular: مستطيل



Hexagonal: سداسى



شكل (23) فتحات فرز مختلفة الثمار

التغليف Wrapping or Packaging

الغاية من تغليف الثمار هي لتقليل الاحتكاك بين الثمار من جهة وبينها وبين جدران الصناديق والعبوات اثناء التعبئه والتداول من جهة اخرى لتحافظ على صفاتها التسويقية وجودتها اثناء التداول والحد من انتشار الامراض اثناء التداول والتخزين والتسويق وتقليل الاضرار الميكانيكية والتاثيرات الفسلجية غير المرغوب فيها، وتضاف الفواصل الكارتونية في العبوات، لتقليل دوران واحتكاك الثمار الا ان بعض الاغلفة قد تحد من التبادل الغازي بين الثمرة ومحيطها كالسيلوفين والبولي اثيلين وغيرها مما يتوجب عمل فتحات فيها لتنشيط التبادل الغازي .

بعض الاغلفة المستخدمة

1- ورق عادي : يسمح بالتهوية لكنه سريع التلف .
2- ورق معامل بمواد شمعية يستعمل مع الثمار سريعة التلف .
3- ورق معامل بمواد كيمياوية مطهرة مثل الدايفينيل لمنع الاصابات المرضية .
4- المغلفات المانعة للرطوبة .

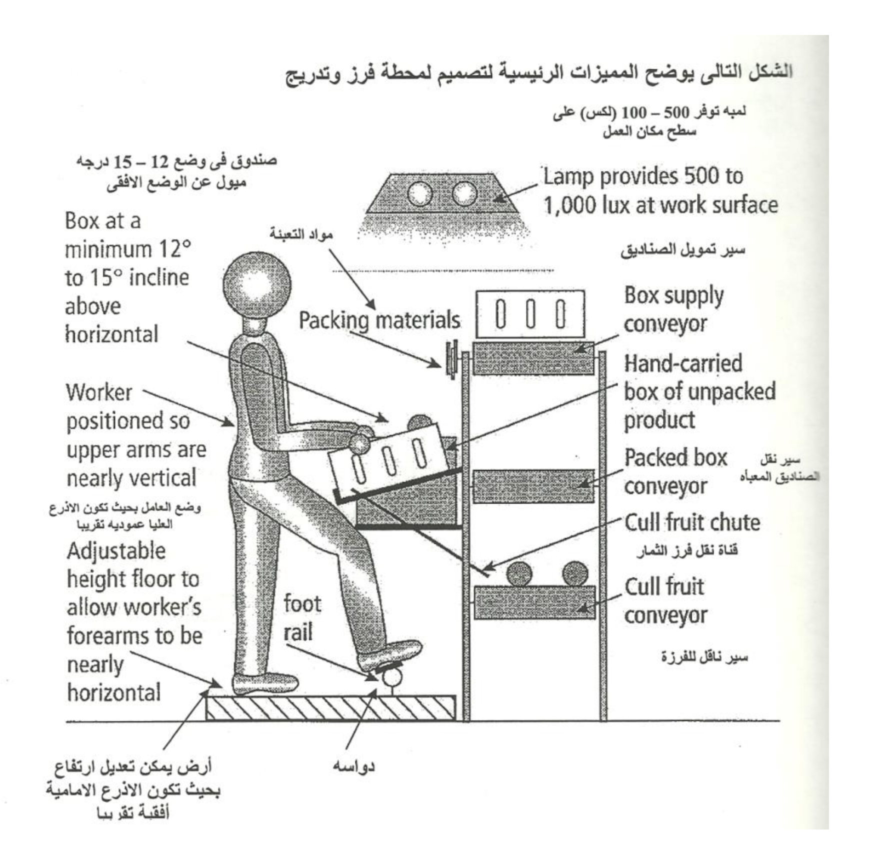
وتغلف الثمار بمفردها تغليفآ فرديآ كل ثمرة تلف بالغلاف الخاص بها او تغلف العبوة من الداخل بكاملها ويعد تغليف لكل الثمار .

التعبئة : Packing

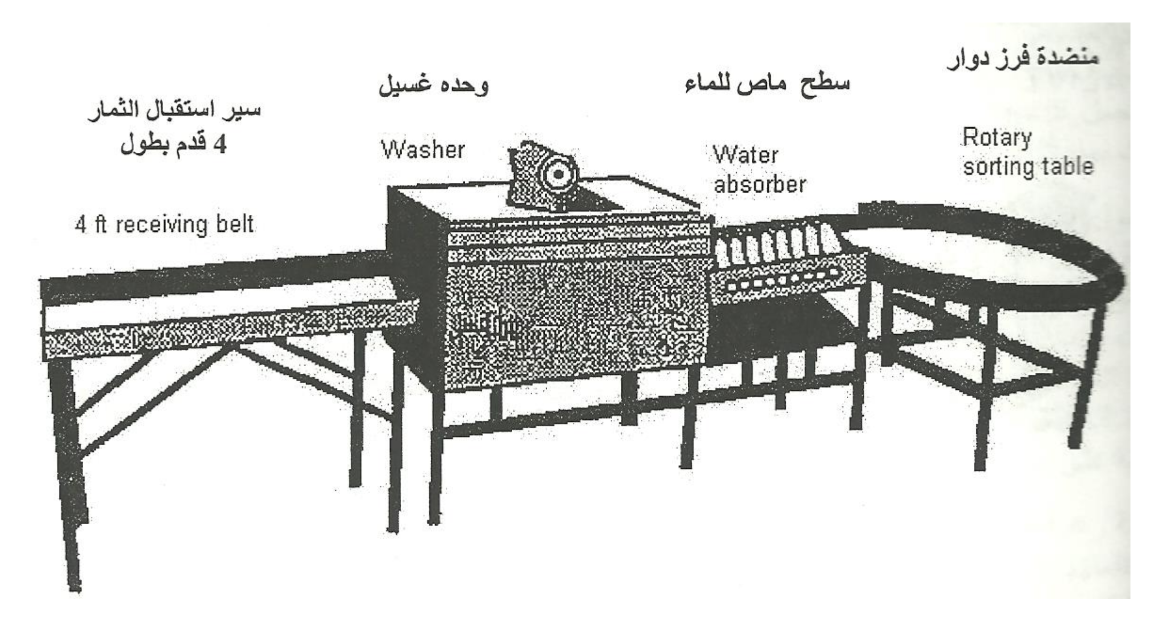
تعد التعبئة من الاعمال الزراعية الهامة في اعداد ثمار المحاصيل البستنية ونقلها والمحافظة عليها من الجروح والخدوش والاصابات الاحيائية وتقليل التلف الفسلجي، وعرض المحاصيل في الاسواق بشكل جذاب للمستهلك والتعبئة هي عملية تجهيز الثمار في عبوات خاصة ، كما ان حجم العبوة يعتمد على مدة الخزن وجهة التسويق وطبيعة الاسواق ورغبة المستهلك ويسهل تداولها، وتحافظ على الثمار اثناء التداول وتعد التعبئة اخر

العمليات التي تتم على الثمار في بيوت التعبئة، والتعبئة تبدا بعد جني المحاصيل البستنية مباشرة من الاشجار فتكون هناك تعبئة حقلية تجرى في الحقل مباشرة إذ تستخدم العبوات لجمع المحصول او نقله الى مكان الجمع وفي البساتين الصغيرة تجرى عملية التعبئة مباشرة في الحقل بعد اجراء عمليات فرز بسيطة وعرض المحصول في اسواق الطرقات او الاسواق القريبة مثل الخس والكرفس والرشاد والملفوف والعنب والطماطة وبعض ثمار الفاكهة والخضر الاخرى ،

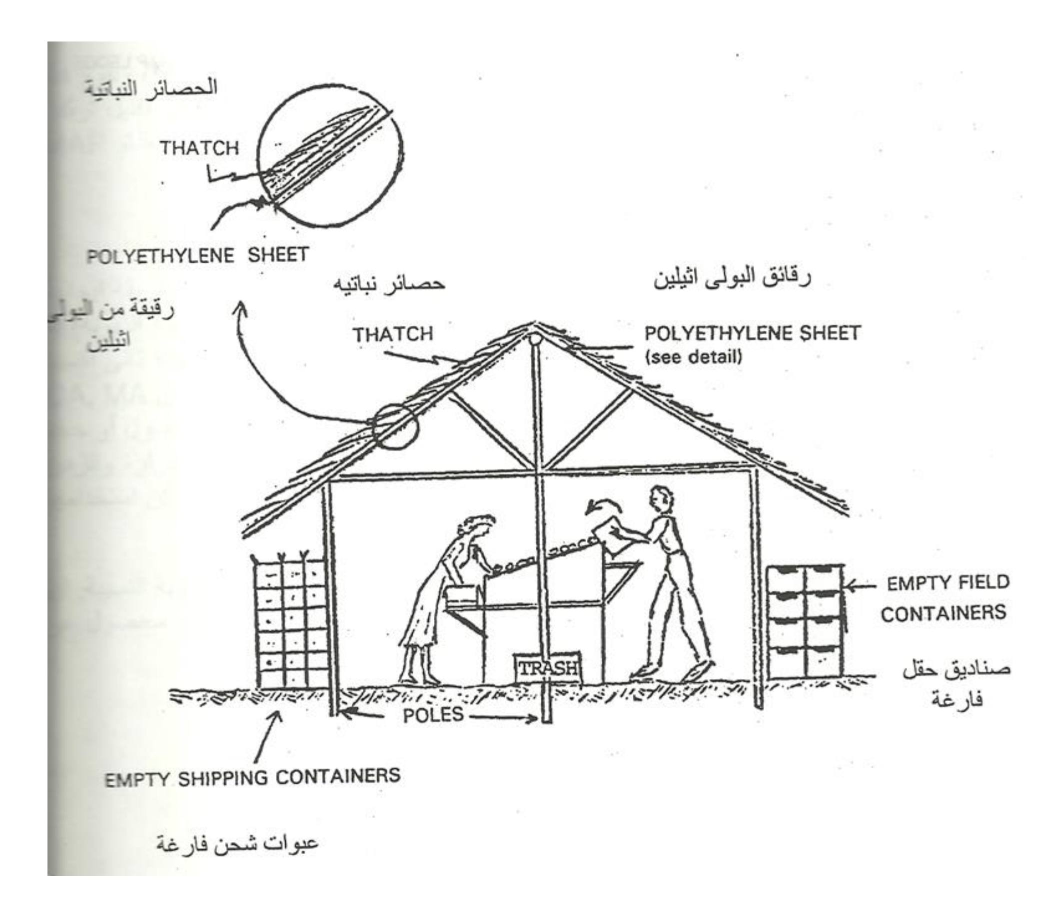
اما اذا كان المحصول بكميات كبيرة تحتاج الى مساحات واسعة، لغرض اعدادها فتتم التعبئة في هذه الحالة في بيوت خاصة تسمى بيوت التعبئة، تنقل الثمار في عبوات النقل الى بيوت التعبئة وتجري عليها سلسلة من العمليات غالبا ماتكون يدوية او الية او شبه الية في تجهيز الثمار، الغرض منها اعداد المحصول بشكل مناسب، لغرض استخدامه للخزن او التصدير او التسويق وظهور الثمار بمظهر جذاب فتجرى عليها عمليات الفرز والتدريج والغسل والتنظيف والتجفيف والتشميع ثم التعبئة في العبوات التي قد تكون مصنوعة من مادة بلاستيكية او معمولة من الخشب او كارتونية ذات ابعاد معلومة حجمها يتناسب مع الغرض من استخدامها فالعبواة المخصص لنقل المحصول حجمها يكون كبيرآ والعبوات المعدة للمستهلك حجمها يكون صغيرآ يلبي حجم تبضع المستهلك والمهم فيها ان تكون ذات ملمس ناعم لايسبب الخدوش للثمار كما تتحمل الضغط الناتج عن ترتيب الصناديق او العبوات، بعضها فوق بعضآ اثناء الخزن او الشحن بطريقة لاتنثني او تنضغط فتسبب تلف الثمار في داخلها كما تسمح هذه العبوات بحركة الهواء داخلها، لتقليل تراكم الغازات مثل الاثلين حول الثمار وفي الوقت بنفسه تحافظ على رطوبة نسبية حول الثمار، لتقليل الفاقد في الوزن وتضاف بعض المعقمات المسموح بها الى مادة العبوة لمنع الاصابات الحشرية والاحيائية وتتحمل مادة العبوة الظروف البيئية المحيطة بها داخل المخزن المبرد او اثناء التعبئة و النقل في العجلات وتوضح الاشكال (24) و(25) و(26) و(27) بعض طرق التعبئة.



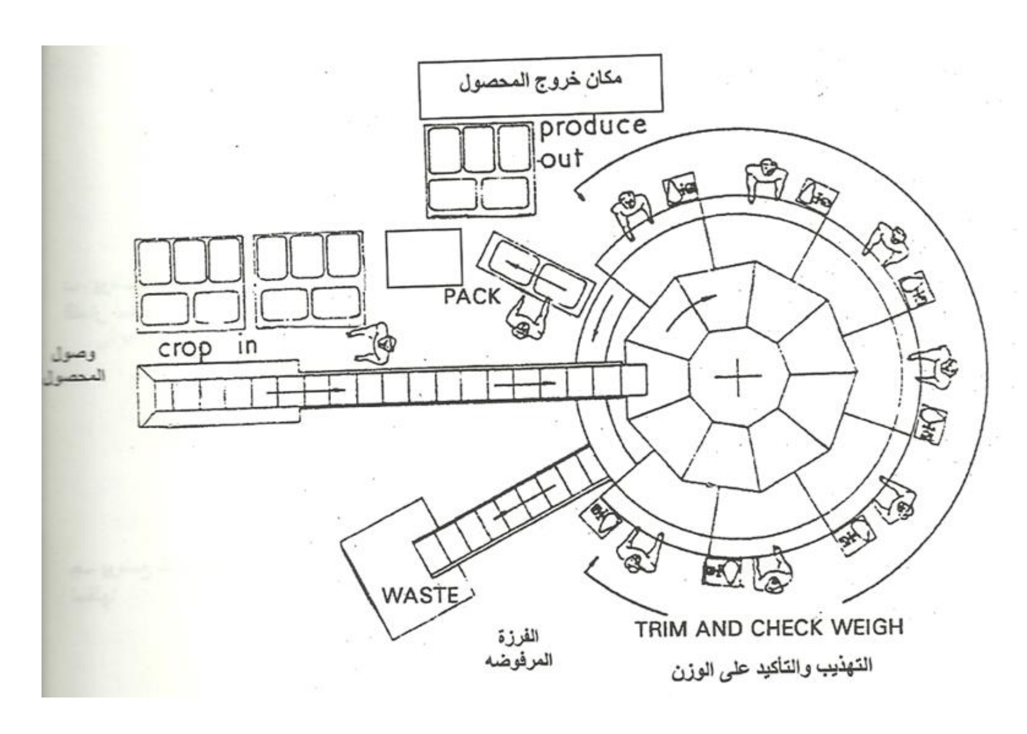
شكل (24) بعض انواع محطات التعبئة



شكل (25) خط تعبئة الثمار



شكل (26) بعض انواع محطات التعبئة



شكل (27) محطة تعبئة دائرية الشكل

الشروط الواجب توفرها في العبوات :

1- المواد التي تصنع منها العبوات يجب ان تكون خالية من المواد الكيمياوية المضرة بالصحة وان تكون متوفرة ورخيصة وصديقة للبيئة .
2- يجب ان تكون قوية تحافظ على الثمار وتتحمل الرص وان تكون ملساء ناعمة من الداخل وسهلة الحمل والتداول.
3- حجمها وابعادها تلبي طلبات المستهلك وان لاتكون عميقة كثيرا تسبب تلف الثمار .
4- يسهل تبريد الثمار فيها وتحافظ على رطوبة المحصول .
5- ان تكون فيها فتحات كافية لغرض التهوية وتبادل الغازات .
6- يجب ان لاتتاثر بالظروف المحيطة بها وان تقاوم البلل والمواد الاخرى .

انواع العبوات :

1- عبوات الجني harvesting containers

هي عبوات تستخدم لجمع المحصول بعد الجني فتقطف الثمار من الاشجار او محاصيل الخضر وتوضع في عبوات تسمى عبوات الجمع تلبي متطلبات جمع الثمار، وتملك ميزات العبوات السابقة، لكي تحافظ على الثمار من الخدوش والجروح وغالبا مايكون حجمها صغيرآ نسبيا وهي عبارة عن سلال واكياس وغيرها بحيث لاتضغط على المحصول ولاتتمزق بسهولة، وتكون الاكياس مفتوحة من الجانبين وتضاف بطانة من القماش الى داخل السلال الخشنة، ويضاف حمالات للسلال الصغيرة، اما الصناديق البلاستيكية فهي سهلة التنظيف وعالية التحمل وعمرها طويل ويمكن رصها لعدة طبقات وهي جيدة التهوية لوجود الفتحات الكافية كما تستخدم لغسل الثمار فيها .

2- عبوات الحقل Field containers

هي عبوات تجمع فيها الثمار من عبوات الجني، لنقلها الى بيوت التعبئة وتمتاز بكبر حجمها وقوة تحملها لوزن الثمار وغالبا ماتصنع من مادة قوية كالصناديق الخشبية بمختلف احجامها والصناديق البلاستيكية او الكارتونية وتنقل فيها الثمار الى بيوت التعبئة packing house ، والتي قد تكون بعيدة عن الحقل فلابد من نقل المحصول الى هذه المحطة وتستخدم عجلات الحمل او العربات لنقل المحصول وفي المناطق الجبلية تستخدم خطوط السيور الناقلة بخطاطيف الى كابلات النقل لنقلها من اعلى الجبل الى الوادي، لاجراء عمليات التعبئة .

3- عبوات الشحن

هذه العبوات تمتاز بصلابتها وقوة تحملها وتجمع فيها الثمار من عبوات الحقل، لشحنها وتصنع من الخشب او البلاستك وغيرها ، وتستخدم الاكياس احياناً في تعبئة بعض المحاصيل التي تتحمل الرص؛ لكلفتها المتدنية وتوفرها بكثره لكنها لاتصلح ان تستعمل مع الثمار الطازجة.

4- عبوات المستهلك consumer package

نحن ندرك ان لكل سوق متطلبات مختلفة من حيث انواع العبوات اكثر مناسبة للتبادل والتوزيع وعبوات المستهلك تمتاز بصغر حجمها واستيعابها كميات صغيرة من الثمار وخفة وزنها ومتانتها وتصنع من مادة الورق كاكياس ورقية او بلاستيكية وعادة تباع عند باعة المفرد والعبوات الورقية تكون رخيصة ومتوفرة لكن مساوءها أنها لاتتحمل البلل وتحجب رؤية المحصول عن المستهلك لذا استبدلت بالعبوات الشبكية التي يستطيع المستهلك رؤية المحصول من خلالها وفي الوقت نفسه تفقد الثمار الرطوبة بسهولة من خلالها فيحدث فقدان بالوزن لذلك اتجهت الاسواق الى استخدام اكياس البولي اثلين الشفافة التي يمكن رؤية الثمار من خلالها كما انها تحافظ على الرطوبة حول الثمار فيقل فقدان الوزن في مثل هذه

العبوات وهي قادرة على خلق جو هوائي معدل modified atmosphere حول الثمار بنسبة معينة مما يطيل عمر المحصول في السوق، لكن هذه الظاهرة لاتخلو من بعض المخاطر اذا تاخر المحصول لفترة طويلة في السوق فقد تتجه الثمار نحو التخمر، ولاجل تفادي هذه الحالة يمكن عمل بعض الثقوب الصغيره في العبوة والتي ليس لها تاثير على فقدان الرطوبة من المحصول، وان المصنعين ادخلوا عبوات بولي اثلين له القدرة على نفاذ الغازات والمواد الطيارة volatile بدون نفاذ بخار الماء والتحكم بنفاذية هذه العبوات يتم من خلال التحكم بكثافة وسمك المادة المصنع منها، كما تستخدم في الاسواق الامريكية انواع من العبوات بمختلف اوزانها فالعبوات الكارتونية يكون معدل وزنها (5 ، 9 ، 10 Lb) والعبوات ذات الغلاف الصلد (Lb 3,33) والعبوات المشبكة تكون خفيفة وزنها بحدود (Lb 1,10) واحجامها تعتمد على صنف الثمار وطريقة عرضها واستخدامها .

جدول (9) خصائص الاكياس كوحدات تعبئة

نوع الكيس	**التمزق والانهيار**	**الضغط**	**الحماية**		**العدوى والتلوث**	**الملاحظات**
			امتصاص الرطوبة	**الاصابة الحشرية**		
الجوت Gute	**جيد**	**جيد**	**لايوجد**	**لايوجد**	**سيء ويسبب العدوى عن طريق الياف العبوة**	**يحدث تحلل حيوي ويؤي الحشرات والاحتفاظ بالروائح**
القطن Cotton	**معتدل**	**معتدل**	**لايوجد**	**لايوجد**	**معتدل**	**ذات قيمة عالية في اعادة الاستخدام**
البلاستك	**معتدل**	**جيد**	**لايوجد**	**حماية**	**معتدل**	**يتاثر بالاشعة**

المنسوج woven plastics	**- جيد**			**جزئية**		**فوق البنفسجية وهي صعبة الخياطة عند قطعها**
الورق paper	**سيء**	**مع تدل - سي ء**	**جيد WFP الاكياس متعددة الطبقات يدخل فيها طبقة بلاستيك**	**توفر حماية اذا كانت الاوراق معاملة**	**جيد**	**استمرارية انتاج نفس الجودة مع جودة الطباعة عليها**

Walker, D.J.1992

العبوات البلاستيكية تتميز بانها صلبة نسبيا تحافظ على المحصول ومقاومة للرطوبة، وتتحمل الغسل، والتنظيف بالماء، ويعاد استخدامها اكثر من مرة كما يمكن ان ترص فيها الثمار باكثر من طريقة ترتب الثمار بشكل نظامي او بشكل غير نظامي كما يمكن ان تكومStackable فيها الثمار وهذه العبوات جيدة التهوية لكنها تشغل حوالي ربع الحمولة كما ان وزنها وسعرها مناسب لاستخدامها وتوجد باحجام مختلفة حسب الطلب، كما تختلف في طول الصندوق عرضه وعمقه وكلفتها اكثر من العبوات الكارتونية واقل من العبوات الخشبية وتستخدم عدة انواع واحجام من العبوات البلاستيكية صورة (7) .





	Top	Bottom
Length	60.0cm	50.0cm
Width	42.5cm	30.0cm
Height	30.0cm	

	Top	Bottom
Length	60.0cm	50.0cm
Width	42.5cm	30.0cm
Width	42.5cm	30.0cm
Height	30.0cm	



Length 53.0cm
Width 42.0cm
Height 27.0cm



Length 60.0cm
Width 39.0cm
Height 13.0cm



Length 63.0cm
Width 32.0cm
Height 31.0cm

عبوة مشبكة

شكل (7) انواع من العبوات البلاستيكية



Length 57.5cm
Width 33.75cm
Height 27.5cm



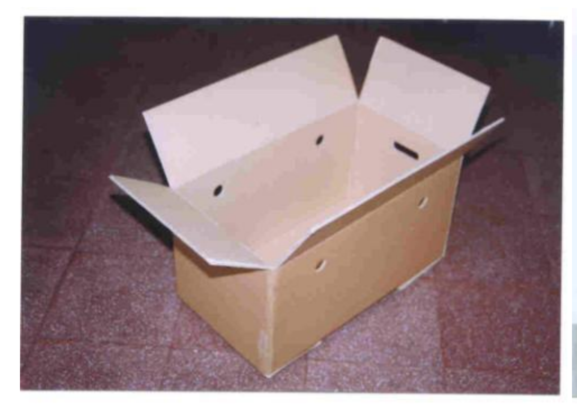
Length 49.0cm
Width 41.0cm
Height 21.0cm



Length 41.0cm Width 41.0cm Height 38.0cm

شكل (8) عبوات خشبية مختلفة

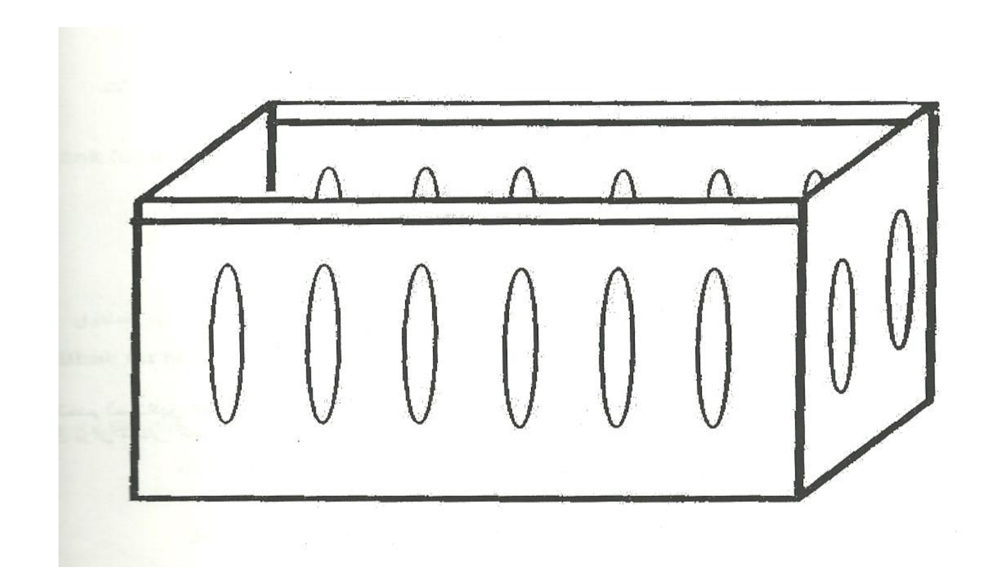
العبوات الخشبية صورة (8) يعاب عليها انها تمتص الماء بسهولة وتحدث بعض الروائح، وصعوبة التعامل معها لكن فيها الكثير من المميزات منها انها جيدة التهوية لوجود فراغات كافية بين الصناديق والفتحات في جدار الصندوق وهي صلبة قوية يسهل ترتيبها في عدة طبقات بسهولة وتحافظ على شكلها اثناء الخزن او النقل وتستخدم عدة مرات متتالية، يسهل تنظيفها وصلبة وتوضع الثمار فيها فل .العبوات الكارتونية خفيفة الوزن وناعمة الجدران صورة(9) ، لاتسبب خدوش للثمار وسهلة التهوية ، كما انها سهلة التعامل وترص فيها الثمار بشكل نظامي لكنها سهلة التلف بالماء ولاتتحمل الرطوبة لذا تكون مكلفة لاستخدامها مرة واحدة وتناسب ثمار الحمضيات والتفاح ويسهل الكتابة عليها وتدّعم جدرانها الداخلية بالمبطنات المموجة لزيادة قوة جدران الصناديق كما تضاف لها بعض الشموع والاصباغ لزيادة مقاومتها لفقد الماء .





Length 59.0cm
Width 40.0cm
Height 24.0cm

Length 78.0cm
Width 33.0cm
Height 31.0cm



فتحات التهوية الجانبية في العبوات

شكل (9) عبوات كارتونيه مختلفة

وتستخدم الاقماع الورقية والبلاستيكية شكل(28) على نطاق واسع في الحفاظ على ازهار القطف من الاضرار الميكانيكية اثناء التداول والنقل، ترزم مجموعة من الازهار وتوضع في القمع الكارتوني او البلاستيكي

المناسب لحجمها ثم تعبّأ بشكل مقلوب في صناديق كارتونية جيدة التهوية فقد وجد ان هذه الاقماع توفر حماية جيدة للازهار كما تفصل كل مجموعة من الازهار اثناء النقل .



شكل (28) اقماع تعمل على حماية الازهار

طرق التعبئة :

تعدّ التعبئة من عمليات بيوت التعبئة الهامة لاعداد المحصول الى التسويق ، تتم التعبئة اليدوية في حالة الكميات المحدودة من الثمار إذ تكون الثمار متلاصقة قليلة الحركة والاحتكاك مع الثمار ومع جدران العبوات لتقليل الخدوش والجروح التي تعد منفذآ للاصابات الجرثومية وفي حالة التعبئة التجارية للثمار عندما تكون الكميات كبيرة تتم التعبئة الميكانيكية وهي سريعة وقليلة الكلفة وتناسب الثمار الصلبة غير الحساسة للاضرار الميكانيكية، وتكون التعبئة حجمية ترتب الثمار في صناديق، حسب حجمها فلا تزاد كمية الثمار اكثر من حجم الصندوق فتتعرض الى الضغط عند رص الصناديق في المخزن او في العجلات عند النقل ولاتترك الصناديق غير مملوءة، لان ذلك يسبب حركة الثمار وارتجاجها داخل الصناديق اثناء النقل ، والتعبئة الوزنية اكثر شيوعا في التعبئة الالية بوضع وزن معين من الثمار في صناديق التعبئة بغض النظر عن عدد وحجم الثمار.

تعديل الهواء عن طريق العبوة :

Modified atmosphere packaging (MAP)

يتم تعديل الهواء المحيط بالثمار داخل العبوة عن طريق عملية تنفس الثمار باخذ الاوكسجين وطرح ثاني اوكسيد الكاربون، وتعتمد على جدار العبوة وتبادل الغازات خلال الجدار ويغلف الجدار من الداخل بالسلوفين والبولي اثلين او أي فلم يمنع مرور الغازات من خلاله فيكون جو معدل وتناسب الخس المجهز او المصنع Fresh-cut عبوات بلاستيكية سمك 5ملم .

التقليل من الاضرار الميكانيكية :

من الاهداف المتوخاة من العبوات المحافظة على الثمار من الاضرار الميكانيكية التي تصيب الثمار، كالجروح والخدوش والضغط على الثمار نتيجة ثقل الثمار والاحتكاك المباشر بين الثمار وبين الثمار من جهة وجدار صناديق التعبئة من جهة اخرى واهتزازvibration الثمار اثناء نقلها من الحقل الى بيوت التعبئة او الى الاسواق، ولتخفيف احتكاك الثمار يتم تعبئة العبوات بشكل منظم بدون فراغات بين الثمار وتملأ الصناديق بشكل كامل مع عدم وضع زيادة من الحاصل اكثر من استيعاب العبوة، لانه يؤدي الى ضغط الثمار بفعل ثقل العبوات عند رصها بعدة طبقات والجروح التي تحدث في الثمار وهذه الجروح والخدوش يتحول لونها الى اللون البني بعد فترة قصيرة يتبعها اصابات احيائية وبعض الثمار تكون حساسة لعمليات التداول ويفضل تغليف العبوات من الداخل او التغليف الفردي للثمار باغلفة ناعمة بطريقة فصل الثمار او عبوات الخلايا cell pack تجنب الخدوش، ثم توضع حواجز او وساده داخل الصناديق لمنع حركة الثمار في داخلها هذه الاجراءات ستقلل من الاضرار الميكانيكية في الثمار لكنها بنفس الوقت ستزيد من كلفة اعداد المحصول .

تاثير العبوات على فقدان الوزن :

Effect of packaging on weight loss

العبوات التي تستخدم في نقل وخزن المحاصيل تسمح في حركة الهواء بين الثمار وحركة الهواء ودورانه حول الثمار في المناطق الجافة وشبه الجافة تؤدي الى فقدان الماء من سطح الثمار بسرعة كبيرة ، مما يؤدي الى فقدان نسبة كبيرة من الماء من الثمرة، مما يؤدي الى ذبول الثمار وتجعد قشرتها وارتفاع الفعاليات الحيوية مثل التنفس فيها مما يقلل من جودة الثمار وعمرها الخزني وبعض المزارعين يرش المحصول بالماء والتي لاتتأثر بالماء للحد من فقدان الرطوبة وتبريد المحصول كما يغلف صناديق التعبئة

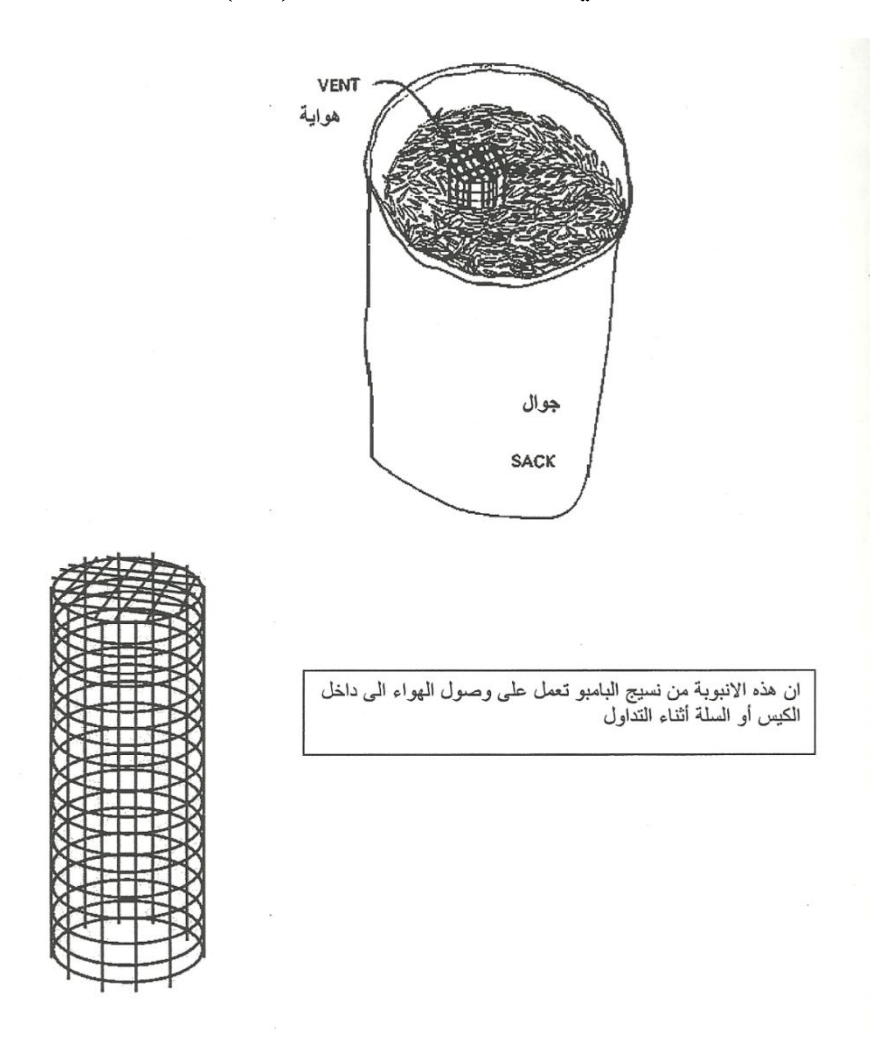
من الداخل بورق او بولي اثلين، لمنع التبخر واحيانا تغلف العبوة بالكامل من الخارج كما تستخدم طرق التغليف الفردي للثمار او مجموعات صغيرة من الثمار في داخل العبوة وكثيرا مايستخدم الشمع مع الثمار او العبوات لتقليل فقدان الماء.

تبريد المحصول في العبوات :

Cooling the produce in the package

ان ارتفاع درجة حرارة المحاصيل المعبأة في العبوات المختلفة يأتي من الحرارة الذاتية للمحصول (الحرارة الحيوية)الناتجة من حرارة التنفس لهذه المحاصيل، ولكل محصول درجة تنفس خاصة به فالمحاصيل التي يكون تنفسها عالياَ سترتفع درجة حرارتها بسرعة ويلحق بالثمار اضرار كبيرة وترتفع نسبة التلف فيها كما ان عمرها الخزني سيكون قصيراَ وممايزيد من ارتفاع درجة حرارة المحصول نوع العبوة وطريقة التعبئة ، اذا كان جدران سميك لايسمح بمرور الهواء من والى الثمار يؤدي الى سرعة ارتفاع درجة الحرارة في المحاصيل داخل العبوة، لذا توجد فتحات على جوانب هذه العبوات امر مهم في تهوية المحصول وسحب حرارته الحيوية الى الخارج وتغليف الجدران الداخلية لهذه العبوات يضيف عاملاً اخر معيقاَ للتهوية فجدران العبوات التي تصنع على اساس انها تسمح بالتهوية ستكون غير ذات جدوى لان اغلب البطانات المستعملة مع العبوات تكون غير منفذة للهواء والرطوبة والتغليف الفردي للثمار يسلك نفس السلوك في الحد من التبادل الغازي بين الثمار داخل العبوة ومحيطها الخارجي وهذه العوامل المهمة سمك جدار العبوة ونفاذيته ووجود فتحات عليه والتغليف لجدران العبوات سواء من الداخل او الخارج والتغليف الفردي للثمار ونوع ودرجة نفاذيتها تؤخذ بنظر الاعتبار في المناطق الحارة خاصة ،ان كمية المحصول في العبوة او المحاصيل التي تسوق فعلاَ في اكياس كبيرة حتى اذا كان جدار العبوة مثقب يسمح بالتبدل الغازي فان مركز العبوة سيعاني ارتفاع وصعوبة التبادل الغازي فقد وجد ان البزاليا

الخضراء المكدسة بعمق 130سم ترتفع درجة حرارتها الى 15م في حين ان درجة حرارة المحيط اقل من 10 م فان وسط الكومة سترتفع درجة حرارته الى 50 م بعد يومين (السامرائي والجبوري ،1989)، وللتخلص من هذه الحرارة يمكن تجزئتها في عبوات صغيرة يسهل التخلص من تبريدها واذا لابد من العبوات الكبيرة او التعبئة في الاكياس الكبيرة تستخدم هواية بسيطة عبارة عن مشبك يوضع في مركز العبوة يسهل عملية التهوية كثيرا ويساعد على تهوية الثمار في مركز العبوة شكل(29).



شكل (29) انابيب نسيجية تعمل على وصول الهواء الى الثمار

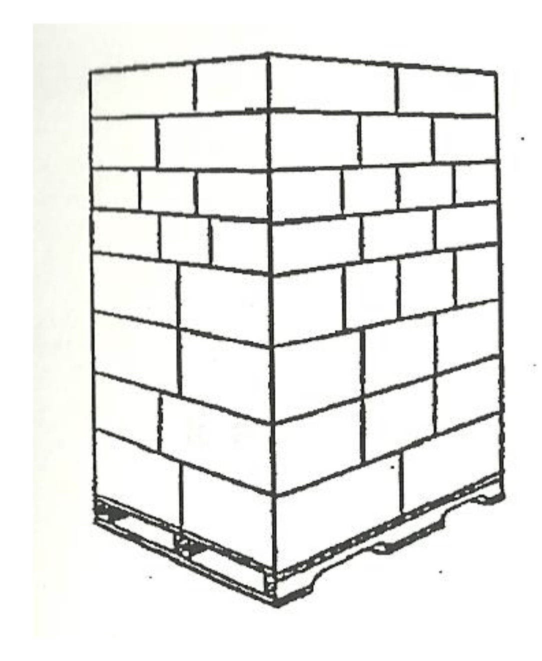
التوحيد في العبوات Modularization of containers

إن استخدام عبوات كارتونية ذات ابعاد قياسية موحدة يعمل على تسهيل تداول العبوات وتخزينها (Kader و Liza ،2003 ترجمة حسين وبهجت) وفي حالة استخدام صناديق غير متجانسة فان رص الثمار داخلها قد لايكون متجانسا وثابتا وقد توضع الصناديق الثقيلة اعلى الخفيفة وقد تنفرط الرصات اثناء النقل او تنهار اثناء الخزن وتدعم وزارة الزراعة الامريكية USDAنظام احجام الصناديق الموصى به MUM(modularization , Unitization , and Metrication) ويتم رص هذه الصناديق وفقا لعدة طرق حسب حجمها في النهاية تشكل حمولة ثابتة على بالته واحدة ابعادها 1000 × 1200 مم (40×48 بوصة) .

جدول (10) ابعاد صناديق المحاصيل البستنية وفقا لنظام MUM

ابعاد الصناديق ملم	الابعاد من الخارج بالبوصة	عدد الصناديق في الطبقة الواحدة	المساحة المستغلة من البالتة%
600×500	19,68×23,62	4	100
400×500	15,75×19,68	6	100
400×600	15,75×23,62	5	100
333×500	13,11×19,68	7	97
333×600	13,11×23,62	6	99
300×500	11,81×19,68	8	100
250×475	9,84×18,70	10	99
300×400	11,81×15,75	10	100
333×433	13,11×17,01	8	96
250×400	9,84×15,75	12	100

مثال لبالته مرصوصة وفقا لنظام MUM



الطرق المستخدمة لرص الصناديق بنظامMUM على البالته القياسية (1000×1200مم) او (40×48 بوصة) ان استخدام العبوات وفقا لنظامMUM سيوفر من فراغات الشحن او التخزين حيث ان معدل استغلال البالتات 100% .

انواع من رص البالتات وفق نظام MUM

الابعاد الخارجية: 500 x 600 mm (23.62 x 19.69") %100 الاستغلال		الابعاد الخارجية 400x500mm (19.68 x 15.75") %100 الاستغلال		الابعاد الخارجية 400 x 600 mm (23.62 x 15.75") %100 الاستغلال	
الابعاد الخارجية 333 x 500 mm (19.86x 13.11") %97 الاستغلال		الابعاد الخارجية 333 x 600 mm (23.62 x 13.11") %99 الاستغلال		الابعاد الخارجية: 300 x 500 mm (19.68 x 11.81") %100 الاستغلال	
الابعاد الخارجية 250 x 475 mm (18.62 x 9.84") %99 الاستغلال		الابعاد الخارجية 300x400mm (15.75 x 11.81") %100 الاستغلال		الابعاد الخارجية 333 x 400 mm (15.75 x 13.11") %99 الاستغلال	

الفصل الخامس

طرق الخزن الحديثة . Modren storage method

تطورت صناعة الخزن بعد الاربعينيات بعد اكتشاف الثلاجة والمجمدة لتطور عمليات خزن ثمار الفواكهه والخضر وبقية المنتجات الزراعية الاخرى بشكل كبير وتسارع زمني ملحوظ الى حد اصبح التبريد الميكانيكي الاعتيادي Refrigeration methods في نهاية الخمسينات من الطرق التقليدية للخزن وبدا التفكير في طرق اكثر حداثة وتطورا وضمان مدة خزن اطول لاسيما بعض الثمار والمنتجات الغذائية التي تمتاز بضعف قابليتها الخزنية وارتفاع اسعارها .

طرق تخزين الحاصلات البستانية :

المخازن البديلة

المحصول الذي يخزن يجب ان يكون محصولآ عالي الجودة سليم من العيوب والاضرار الميكانيكية التي تلحق به نتيجة الجني غير السليم اوالرضوض التي تصيبها نتيجة رميها من ارتفاع ما اثناء التعبئة والعبوات قد تكون خشنة تسبب بعض الجروح والخدوش للثمار وان تكون العبوات خالية من الزوائد الخشنة وجيدة التهوية، وان تكون قوية تتحمل الرصات وان يكون حجمهآ مناسبآ لايسبب ضغطآ على الثمار لاسيما الثمار الطرية، وان تحافظ على رطوبة نسبية للمحصول وتطهر بالماء المغلي او بعض المعقمات، مثل الكلورين قبل استخدامها مرة ثانية ، كما يخزن محصول واحد في المخزن او مجموعة محاصيل متوافقة في متطلباتها الحرارية والرطوبة ودرجة انتاجها لغاز الاثلين الذي يؤدي الى سرعة انضاج المحاصيل في المخزن والثمار التي تنتج اثلين بكميات كبيرة مثل الموز الناضج والتفاح والكانتلوب والتي تنتج كميات من الاثلين في المخزن

تؤدي الى تاثيرات فسلجية مهمة للمحاصيل المخزنة معها والحساسة للاثلين مثل (الخيار- الخس- الجزر – البطاطا) والتي تظهر عليها تغييرات غير مرغوبة في اللون وتقدم النضج والنكهة والطراوة .

والتحكم بدرجة الحرارة في المخازن يتطلب ان تكون مساحة الجدران اقل ما يمكن لتقليل نفاذية الحرارة من خلالها، وقد وجد ان شكل المخزن المربع هو اقل مساحة من الشكل المستطيل، مما يقلل من فرصة انتقال الحرارة من الجدران مقارنة بالشكل المستطيل ويقلل من متطلبات التبريد وطلاء الجدران باللون الابيض الذي يعكس اشعة الشمس ويقلل من اكتساب المخازن للحرارة، ويمكن استخدام رشات الماء، لتقليل الحرارة وتظليل البناية بزراعة الاشجار حولها وتوصي منظمة الاغذية والزراعة FAO بان تبنى المخازن من الاسمنت وتكون الجدران سميكة في المناطق الاستوائية ، ومن الممكن ان تقلل من تكاليف الخزن بان تكون ارضية المخزن من السمنت واستخدام مادة polyurethane كمادة عازلة وان يكون البناء على شكل مكعب لتقليل المساحة الكلية للمخزن وان تدعم حواف الابواب بالبلاستك لمنع نفاذ الحرارة وان تكون حركة الهواء داخل المخزن معتدلة بين سحب الاثلين ومنع تراكم كميات مؤثرة منه بين الثمار وتحافظ على برودة ورطوبة المحصول وحدد Thompson واخرون ، 1998 سرعة الهواء داخل هذه المخازن 20 – 40 قدماً مكعباً في الدقيقة لكل طن وتزاد سرعة هواء المخزن في التبريد الاولي الى 100 قدم مكعب في الدقيقة لكل طن (5 لتر/ثانية/طن) ،

ويستفاد من المرتفعات في انشاء مخازن فيها، لانخفاظ درجة الحرارة فيها والاستفادة من برودة الهواء في تبريد المحاصيل، كما تستخدم الكهوف في تخزين الحمضيات والتفاح او تخزينها تحت الارض (Liu ،1988) ويستخدم التبخير في التبريد في المخازن البخارية ،كما تستخدم المخازن ذات الرطوبة القليلة في تجفيف الطبقة الخارجية في البصل والثوم وجفاف الانسجة الخارجية لهذه المحاصيل يؤدي الى الحفاظ على انسجتها الداخلية ويقلل من فقدان الماء وتدهورها وبالتالي يطيل من عمرها الخزني .

ان التحكم بالتركيب الغازي في المخازن يتم عن طريق التحكم في زيادة التهوية او نقصها والاستفادة من تنفس الثمار في تركيبة غازات المخزن واستخدام برمنكنات البوتاسوم او الفحم المنشط في سحب روائح الغازات ، ويمكن استخدام بعض البدائل في انشاء مخازن قليلة التكاليف كالاستفادة من التجهيزات المتوفرة او التي يمكن تصنيعها وتحويرها مثل عربات النقل وعربات السكك الحديدية، وان فحص المحصول وتنظيف غرف التبريد المستمر يجنب المحاصيل الكثير من اضرار الاحياء المجهرية .

وان تكون مخازن الفاكهة والخضر بعيدة عن الحشرات والقوارض وحمايتها بعمل بعض المصدات اوعن طريق انابيب التصريف بوضع شبكة على فتحاتها وتنظيف محيط المخازن من الادغال والاعشاب .

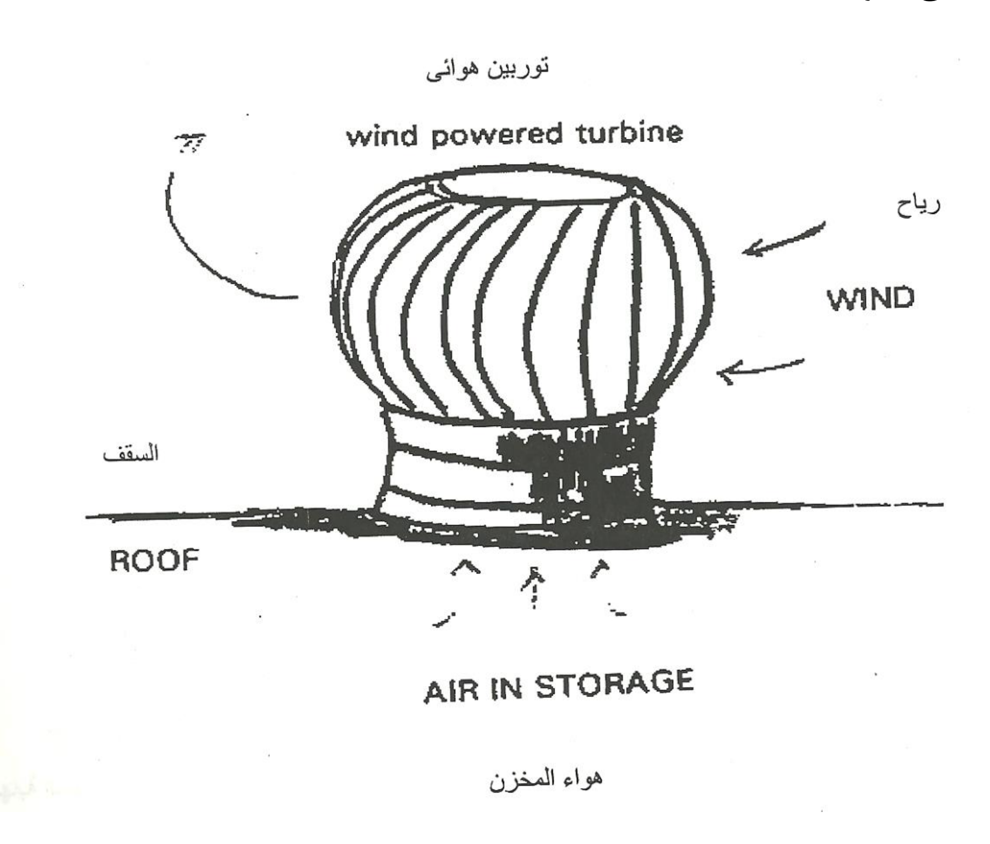
بعض المباني البسيطة التي تستخدم كمخازن بديلة :

تستخدم سيقان الاشجار في عمل الجدار الخارجي للمخزن بان ترصف سيقان الاشجار لتشكل السياج الخارجي ويظلل بالاشجار ان وجدت او الاستفادة من الاغصان او السعف كسقوف لهذه المخازن الحقلية والتي تستخدم في العلاج التجفيفي لبعض المحاصيل كالبصل والثوم والبطاطا، إذ تنضد المحاصيل على طبالي من الخشب او سيقان الاشجار المرصوفة وتسمى هذه المنشأت البسيطة بالسقيفة وتوجد في اماكن انتاج المحصول داخل البستان، لتسهيل عملية جمع وفرز المحصول والتدريج الاولي كازالة الثمار المصابة والغير صالحة للخزن او التسويق وتفرش ارضية السقيفة بفراش اوبسطة تمنع وصول الرطوبة الى المحصول، لتقليل الاصابات المرضية وتكثر هذه المباني البسيطة في غرب افريقيا .

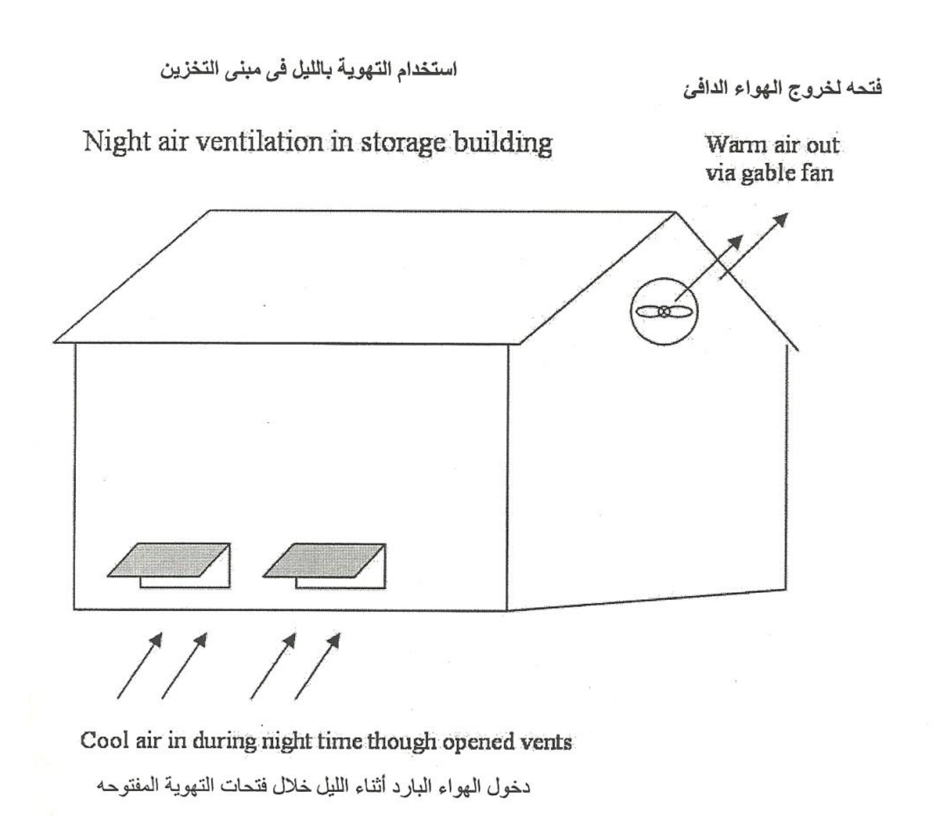
في كوريا تستخدم غرف جزء منها تحت سطح التربة حيث تصمم الغرف في ترتيب تبرد الثمار داخلها بالهواء العادي وتكون جدران هذه الغرف بسيطة مصنوعة من مادة عازلة وفي جانبها فتحة لدخول الهواء البارد الذي يتجه الى اسفل المخزن حيث تكون قاعدة المخزن عبارة عن طبقة او

ارضية مثقبة وتحتها ماء لترطيب الهواء قبل ان يتجه الى الاعلى ليدور حول الثمار ثم يجتاز السقف الداخلي من خلال فتحات الى السطح او السقف الخارجي وتستمر حركة الهواء ببطء داخل المخزن البسيط الذي يخزن فيه كميات قليلة من الثمار، ويكون مخزن في البستان او قريب منه .

ويمكن تطوير هذا النوع من المخازن بأن تضاف له مروحة بسيطة في جانب الجدار السفلي لتساعد في سحب الهواء البارد وضخه الى اسفل المحصول المخزن، لتبريده ويمكن ان يدور مرة اخرى او يبدل مع استمرار هذه الحركة البسيطة للهواء حول المحصول والتي تؤدي الى سحب الحرارة من الثمار والتخلص منها الى خارج المخزن .وتستخدم هذه المخازن في المناطق الباردة او المناطق المرتفعة التي تنخفض عندها درجة حرارة الهواء، وترتب قنوات نقل الهواء البارد بعدة اشكال وتصاميم كلها تصب في توجيه وتوزيع الهواء البارد الى المحصول لسحب الحرارة مباشرة والتخلص منها .



شكل (30) طرق تعديل هواء المخزن

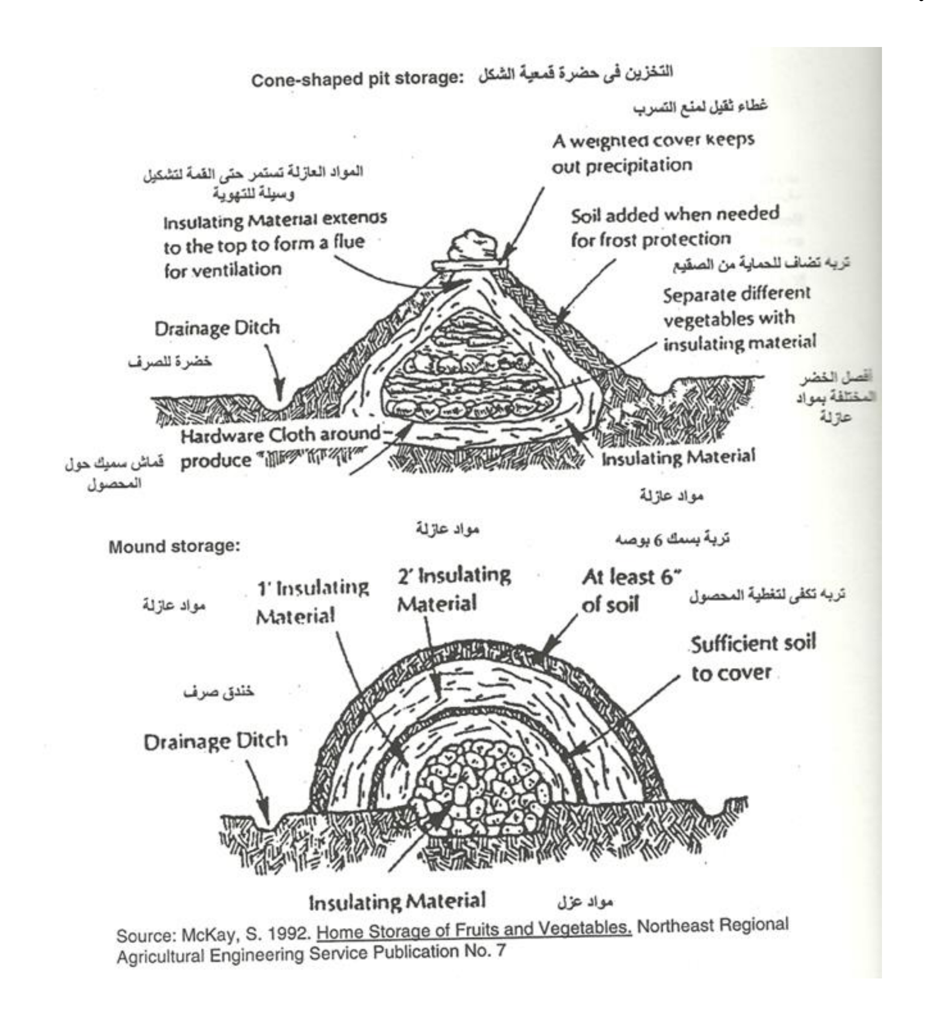


شكل (31) نظام التهوية في المخازن البديله

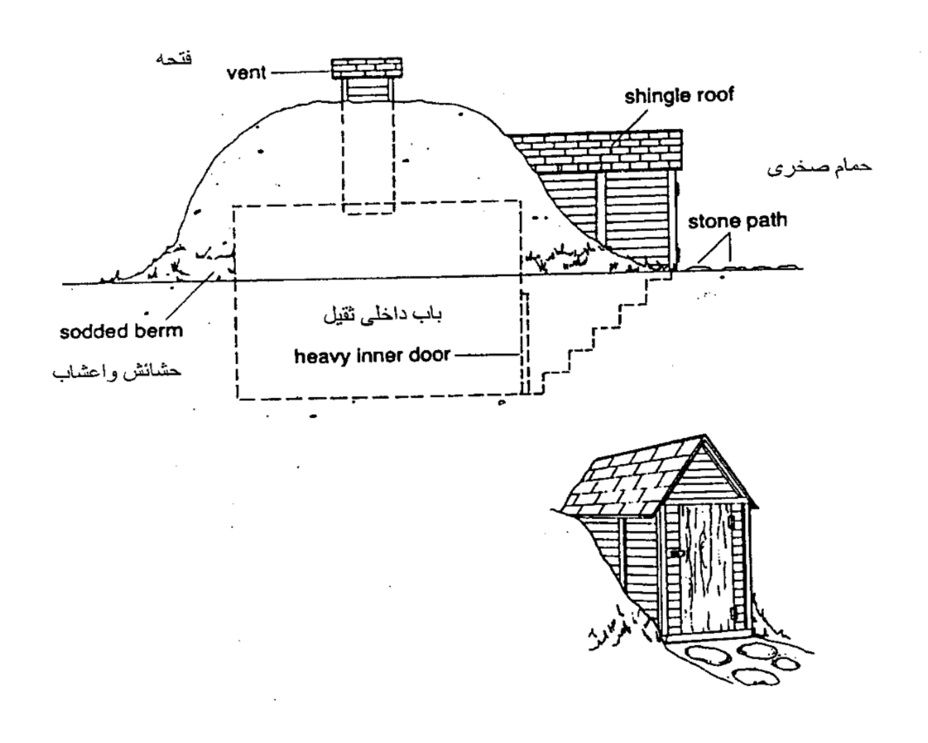
في المناطق التي تهب عليها رياح ليلية باردة يمكن الاستفادة منها في تبريد هذه المخازن عن طريق سحب الهواء الخارجي من اعلى المخزن شكل (30) وادخاله الى داخل المخزن ليلامس المحصول وعمل فتحات في اسفل المخزن لخروج الهواء الحار، وغلق هذه الفتحات في النهار مع تدعيم جدران المخزن بمادة عازلة للحرارة للاحتفاظ بدرجة حرارة الهواء داخل المخزن الى الليل القادم، واعادة العملية في الليل بتشغيل المراوح وفتح الفتحات الداخلية وتستمر عملية التبريد بتكاليف قليلة جدا .

في المناطق التي لاتتوفر فيها الكهرباء يستفاد من الهواء البارد ليلا لتبريد المحصول بعمل توربينات هوائية لسحب الهواء من المخازن ومن بين المحصول وتعويضه بالهواء البارد عن طريق الفتحات الموجودة اسفل المخزن شكل (31)، ويمكن عمل التربين الهوائي من صفائح معدنية تثنى بشكل يجعلها تصطاد الرياح ويتصل التربين بمحورمركزي داخل المخزن

يسحب الهواء من المخزن عند دورانه ويجب وضع التوربين في اعلى البناية .



شكل (32) رسم تخطيطي لطرق الخزن في حضرة قمعية الشكل

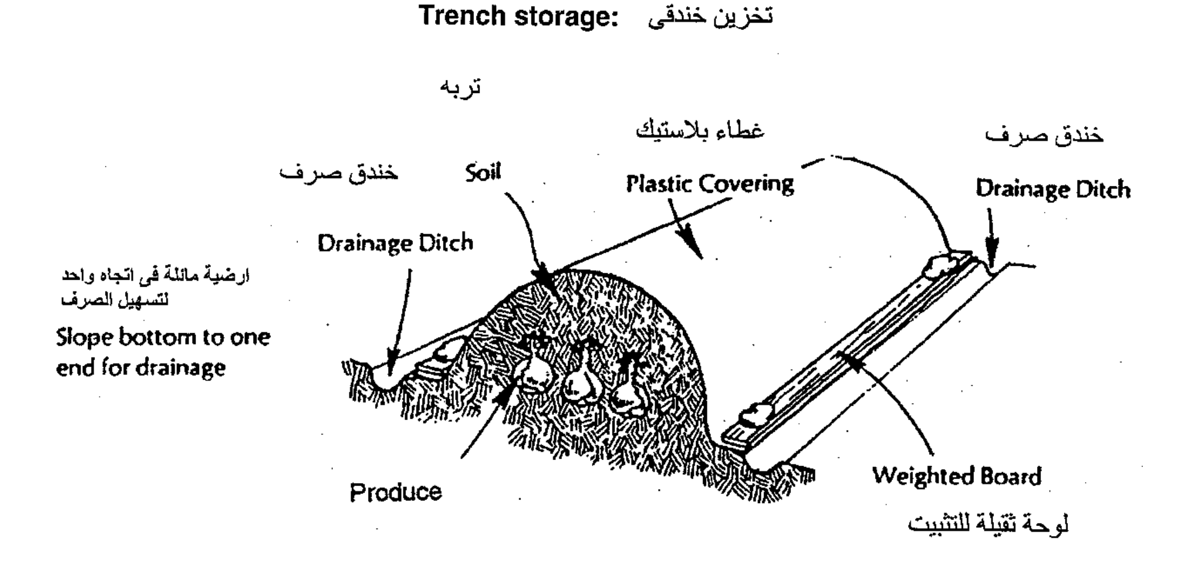


شكل (33) انواع من المخازن البديله

التخزين على سطح التربة

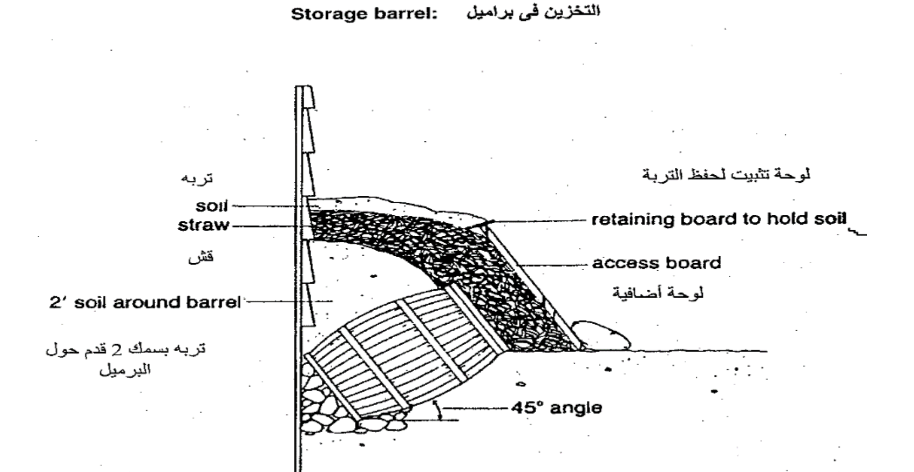
حفظ الثمار لفترة قصيرة وبكميات صغيرة في مخازن مبسطة في الحقل يتم بعمل مخازن بدون تكاليف ولاتحتاج الى طاقة كهربائية في المناطق التي تكون درجة حرارة الليل اقل من درجة الحرارة المناسبة للمحصول، إذ يمكن عمل اغطية مناسبة من عدة طبقات لحماية المحصول فتوضع طبقة سميكة من القماش تحت وحول المحصول ثم يزاد عليها طبقة من التراب النظيف وعمل فتحة في قمة الكدس وعليها غطاء سميك لتغيير هواء المخزن وتعمل مجارٍ لماء المطر من حول الكدس، لتصريفها عن المخزن .وتكون هذه المخازن باشكال متعددة حسب البيئة والمكان وعادات

الناس في تلك الاماكن ،ويمكن زيادة مساحة التخزين بعمل خندق طولي حسب الحاجة وكمية المحصول المراد خزنه وتكون ارضية المخزن مائلة باتجاه واحد، إذ يغطى المحصول بالتراب النظيف ثم يغطى بطبقة اخرى من البلاستك ويعمل مجاري جانبية لتصريف مياه الامطار باتجاه الميل لابعادها عن المخزن شكل(34).



شكل (34) مخزن بديل على سطح التربة

وفي حالة خزن كميات صغيرة من المحصول يمكن الاستفادة من اوعية او حاويات او براميل متاحة والتبريد في مثل هذة الطريقة هو دفن هذه الحاويات تحت سطح الارض، للحفاظ على برودة المحصول وتستخدم مواد عازلة مثل طبقة تربة نظيفة حول الحاوية وطبقة اخرى من القش ثم طبقة اخرى من التراب ويكون وضع الحاوية بزاوية قدرها 45 درجة ولها باب من الخشب شكل(35) .



شكل (35) الخزن في برميل كمخزن بديل

الخزن الحقلي بطريقة التجفير :

هذه الطريقة مستخدمة في المناطق الوسطى من العراق إذ تحفر حفرة في التربة مستطيلة او مربعة الشكل حجمها حسب كمية المحصول المراد خزنه نختار لها مكاناَ مرتفعاَ نسبيا لاتتجمع فيه مياه الامطار وبعمق متر الى مترين تفرش قاعدتها بالبلاستك لمنع تسرب المياه الجوفية والوصول الى الثمار ثم توضع طبقة من التبن تحتها او طبقة من الرمل نظيفة خالية من الاوساخ والاحياء التي تنقل الاصابات الى المحصول وبسمك مناسب ثم توضع عدة طبقات من الثمار ثم تغطى بعد ذلك بطبقة من الرمل الناعم او طبقة من التبن وهكذا الى ان تكون عدد من الطبقات المتتالية طبقة محصول تفصل بينها طبقة رمل عددها حسب المحصول ثم تغطى بطبقة من الرمل وعليها غطاء من البلاستك لمنع تسرب ماء المطر كما تعمل مجارٍ جانبية لتسريب ماء المطر، ويعاب على هذه الطريقة ان حجم الهواء المتاح للتنفس محدود فاذا طالت فترة التخزين يستهلك الاوكسجين في الجفرة ويتجه تنفس الثمار الى التنفس اللاهوئي الذي يؤثر سلبا في طعم ورائحة الثمار، مما يقلل من جودتها، ولتلافي هذه الحالة المعيبة لصفات الجودة في الثمار يعمل المزارعون فتحة في مركز كدس الثمار ويوضع فيها انبوب مثقب لتحريك وتجديد الهواء وتغطى فتحته الخارجية بغطاء لمنع تسرب ماء المطر الى

الثمار وتستخدم هذه الطريقة بكثرة في خزن ثمار الحمضيات خاصة البرتقال في البساتين في محافظة ديالى والمناطق الوسطى من العراق .

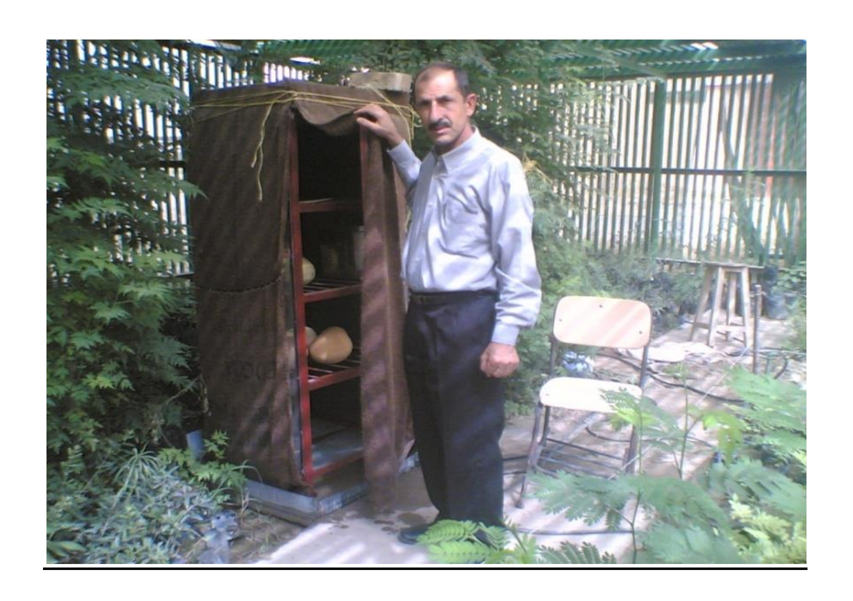
الغرف المهواة :-

تنشا هذه الغرف لخزن كميات كبيرة من الثمار لفترة قصيرة حجمها يكون واسعآ نسبيا وتكون على سطح الارض او نصفها ، احيانا كلها تحت سطح التربة تعمل جدرانها من السمنت او الطابوق وتصب ارضيتها بالسمنت وفيها طبقة من المواد العازلة للرطوبة كما يعمل في جدرانها شباك او اكثر لتغيير هواء المخزن، يمكن ان تكون هذه المخازن في البستان او قريبة من انتاج المحصول، وتصلح هذه الطريقة في المناطق المعتدلة الجو، كما تستخدم في وسط وشمال العراق في نهاية فصل الخريف وفي فصل الشتاء مع تجنب الانجماد في الشتاء البارد، وتزود هذه الغرف بمراوح، لتحريك الهواء، هذه المخازن يصعب السيطرة على درجة الحرارة فيها فترتفع درجة الحرارة في الصيف وترتفع معها سرعة تنفس الثمار وتقل حلاوتها كما ترتفع نسبة التلف فيها كما تفقد الرطوبة بسرعة وتذبل الثمار ويمكن ان نقلل من الحرارة فيها ونرفع نسبة الرطوبة حول الثمار باستخدم مبردات الماء او ترطيب ارضية الغرفة، لتقليل من الفقد الرطوبي من الثمار، هذه الطريقة من الخزن تناسب الثمار التي تمتاز ببطء التنفس فيها خاصة الثمار التي يتم جنيها في نهاية الخريف في وسط وجنوب العراق وتستخدم هذه الغرف لجمع المحصول واجراء عمليات الفرز والتدريج في مناطق الانتاج .

المخازن التبخيرية :

المخازن التبخيرية هي مخازن بسيطة غير مكلفة يمكن زيادة نسبة الرطوبة في هذه المخازن وحسب تصميم المخزن، لتقليل نسبة فقدان الرطوبة من الثمار وهي طريقة مناسبة لخزن الثمار الاستوائية، وطريقة التبريد فيها هو نسبة الرطوبة المرتفعة وحركة الهواء التي تؤدي الى تبخير الماء وخروج الهواء الحار من اعلى المخزن التبخيري وتبريد المخزن ويكون موقع هذه المخازن في منطقة مظللة بالاشجار او في ظلة خشبية لتجنب اشعة الشمس،

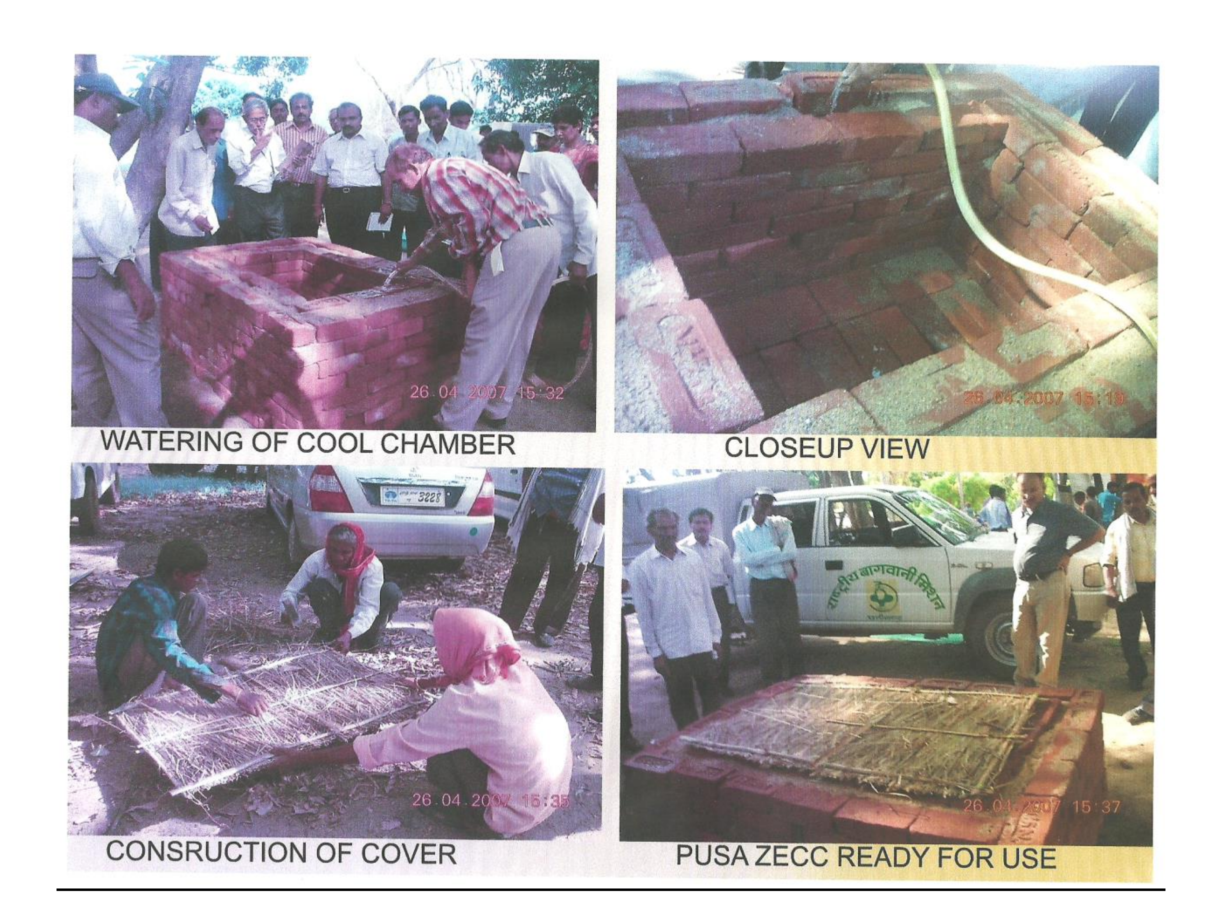
المخزن التبخيري الذي صمم في قسم البستنة جامعة تكريت من قبل الباحث (الشمري واخرون ، 2009) لحل مشكلة سرعة تلف الثمار عند الجني في المزارع والخزن لفترة محدودة وفي اسواقنا المحلية واطالة عمرها مع المحافظة على صفاتها النوعية في الوقت الذي ينقطع فيه التيار الكهربائي لساعات طويلة، او المناطق التي لاتتوفر فيها الكهرباء، ويتكون المخزن التبخيري من هيكل حديدي ارتفاعه بحدود 190سم وعرضة بحدود 60سم وعمقه 60سم ويحوي على اربع رفوف والهيكل مغلف بمشبك سلكي وله باب امامية وله حوضان من الماء علوي وسفلي والمخزن مغلف بالجلفاص الذي ينغمس طرفيه العلوي والسفلي في حوضي الماء العلوي والسفلي الذي يرطبه بالماء بالخاصية الشعرية التي تقوم بعملية ترطيب الجلفاص و رفع نسبة الرطوبة حول الثمار وخفض درجة الحرارة ايضا نتيجة حركة الهواء وكما موضحة صورته في الشكل (2) وكانت درجة الحرارة داخل المخزن التبخيري 14م والرطوبة النسبية 70% في حزيران .



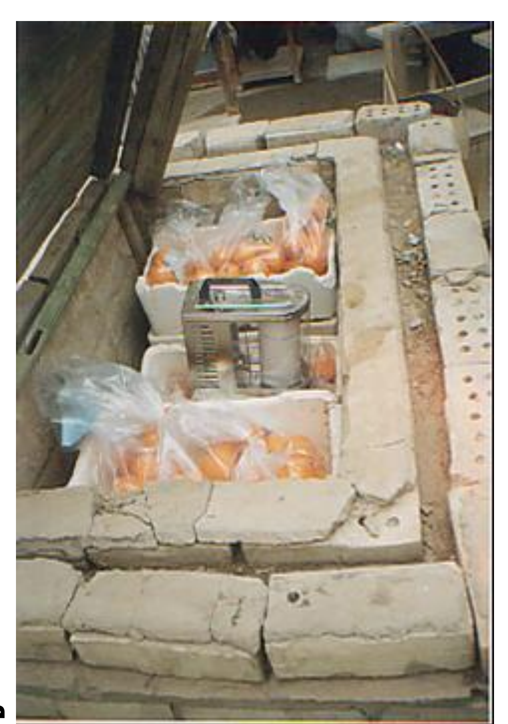
صورة (10) نوع من المخازن التبخيرية (الشمري واخرون، 2009)

مخزن التبريد التبخيري المشيد من الطابوق

مخزن التبريد التبخيري المنشأ من الطابوق العادي بأبعاد(1 × 1 × 1.80) ويتكون من جدارين من الطابوق العادي يفصل بينهما الرمل الابيض بمسافة 7.5 سم والذي يزاد عليه الماء باستمرار، لضمان خفض درجة الحرارة ورفع نسبة الرطوبة داخل المخزن وارضيته ترصف بالطابوق ثم تصب بالسمنت وبميل بسيط لايسمح بتجمع الماء تحت الثمار المخزنة داخله وله غطاء خشبي عازل يسمح بحركة الهواء ويفضل وضع جهازThermohygrograph في داخله، لقياس درجة الحرارة و نسبة الرطوبة خلال فترة الخزن والصور (11،12) تبين المخازن التبخيرية المشيدة من الطابوق.



صورة (11) المخزن التبخيري المشيد من الطابوق في الهند



صورة (12) مخزن تبخيري (الشمري،2005)

يمكن استخدام مخزن بسيط عن طريق حفر حفرة بعمق 2م وحسب شكل المخزن المراد عمله مع رصف الجوانب بالطابوق او البلوك ويمكن تغليفه بالخشب مع عمل باب جانبية يمكن الدخول اليها عبر غرفة صغيرة تصل الى غرفة الخزن الذي يفضل ان تكون مساحتها 3x 4م مع مراعاة التهوية بعمل هواية تصل باعلى المخزن وهي فتحة لتصريف الهواء مع غطاء وتغطية كل الغرفة بالتراب بسمك 2قدم باستثناء الباب وفتحه التهوية مع تجنب وجودها في المناطق المنخفضة لئلا تتجمع فيه المياه مع الابتعاد عن الاشجار، لتجنب تاثير جذورها على غرفة التخزين ويفضل وجودها في مكان مائل قليلا .

تخزين الابصال

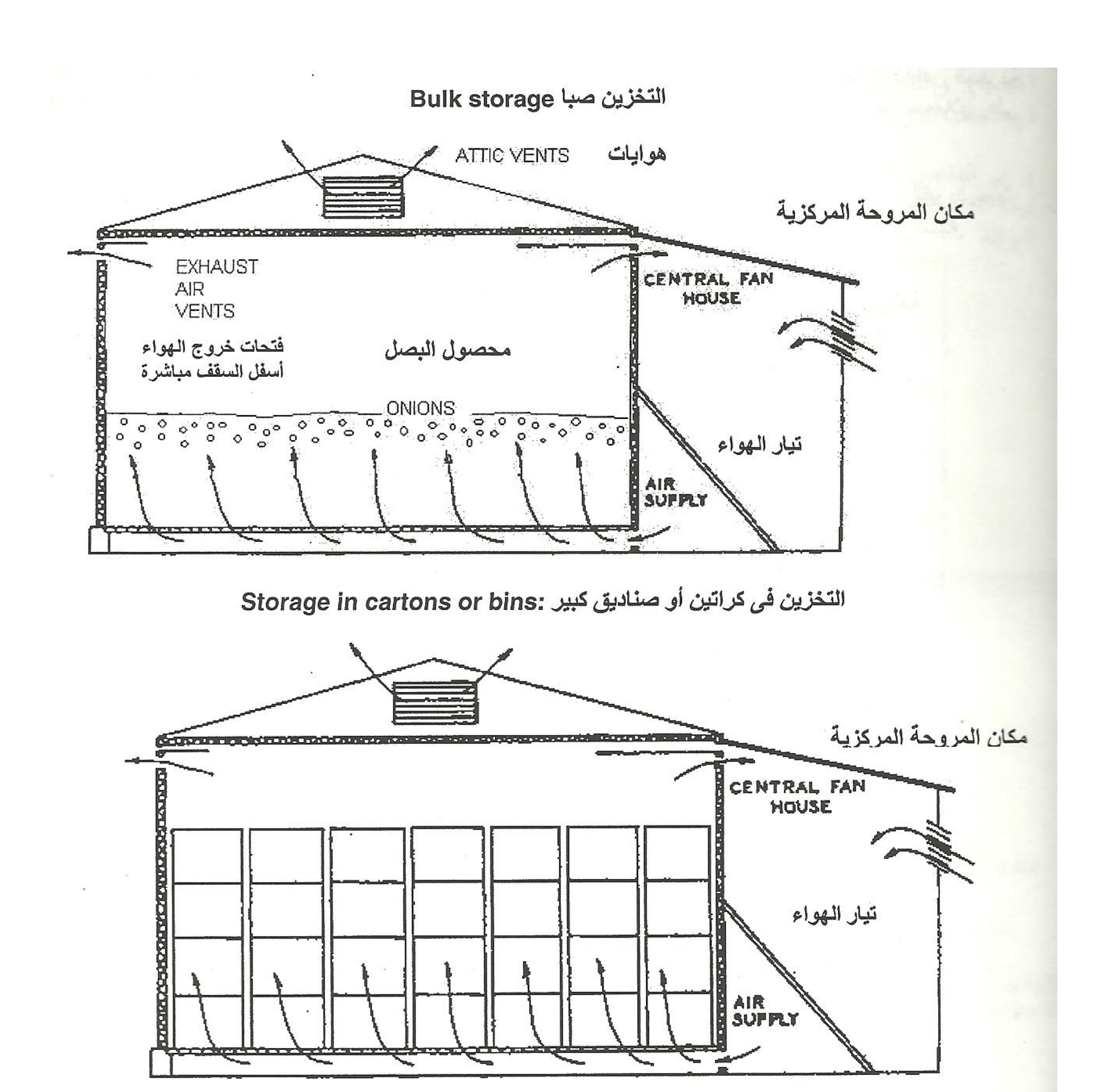
الابصال كالبصل والثوم تعاني من مشكلة التزريع في المخازن في الدرجات الحرارة المتوسطة الذي يؤدي الى تدهور المحصول، ويناسب هذه المحاصل التخزين في جو قليل الرطوبة وخاصة البصل الحلو الذي يكون عمره الخزني قليلآ لتقليل نسب التزريع كما يستفاد من رش المجموع الخضري بالماليك هيدرازين (MH) قبل الحصاد لتثبيط التزريع اثناء الخزن والجدول(11) يبين الظروف المثلى لخزن محصولي البصل والثوم والفاكهة والخضر المجففة .

جدول (11) الظروف المثلى لتخزين هذه المحاصيل :

المحصول	درجة الحرارة المئوية	الرطوبة النسبية %	العمر الخزني المتوقع
البصل	صفر – 5	65 – 70	6 – 8 شهور
	28 – 30	65 – 70	شهر واحد
الثوم	صفر	70	6 – 7 شهور
	28 - 30	70	شهر واحد
الفاكهة والخضر لمجففة	اقل من 40	55 – 60	6 – 12 شهر

Cantwel,and Kasmire, 2002

خزن البصل والثوم يحتاج الى تهوية مستمرة بمقدار 2 قدم مكعب بالدقيقة لكل قدم مكعب من المحصول ويصمم نظاما للتهوية من قاعدة المخزن والى داخل المخزن الذي فيه المحصول، ليمر الهواء البارد من خلال المحصول وسحب الحرارة منه ثم يخرج من فتحة مخصصة لخروج الهواء الساخن في اعلى جزء من المخزن ،اذا كان المحصول معبا في اكياس او صناديق فيجب ان تحتوي هذه العبوات على فتحات تسمح بتبادل الهواء من والى العبوة، ولابد ان ترص العبوات باتجاه موازٍ لحركة الهواء وان يترك فراغاً بين الصفوف مقداره 6-7 بوصة لتسمح بحركة حرة للهواء بين الصفوف وحول العبوات والشكل (36) يوضح مخزن لمحصول البصل.



شكل (36) مخزن البصل

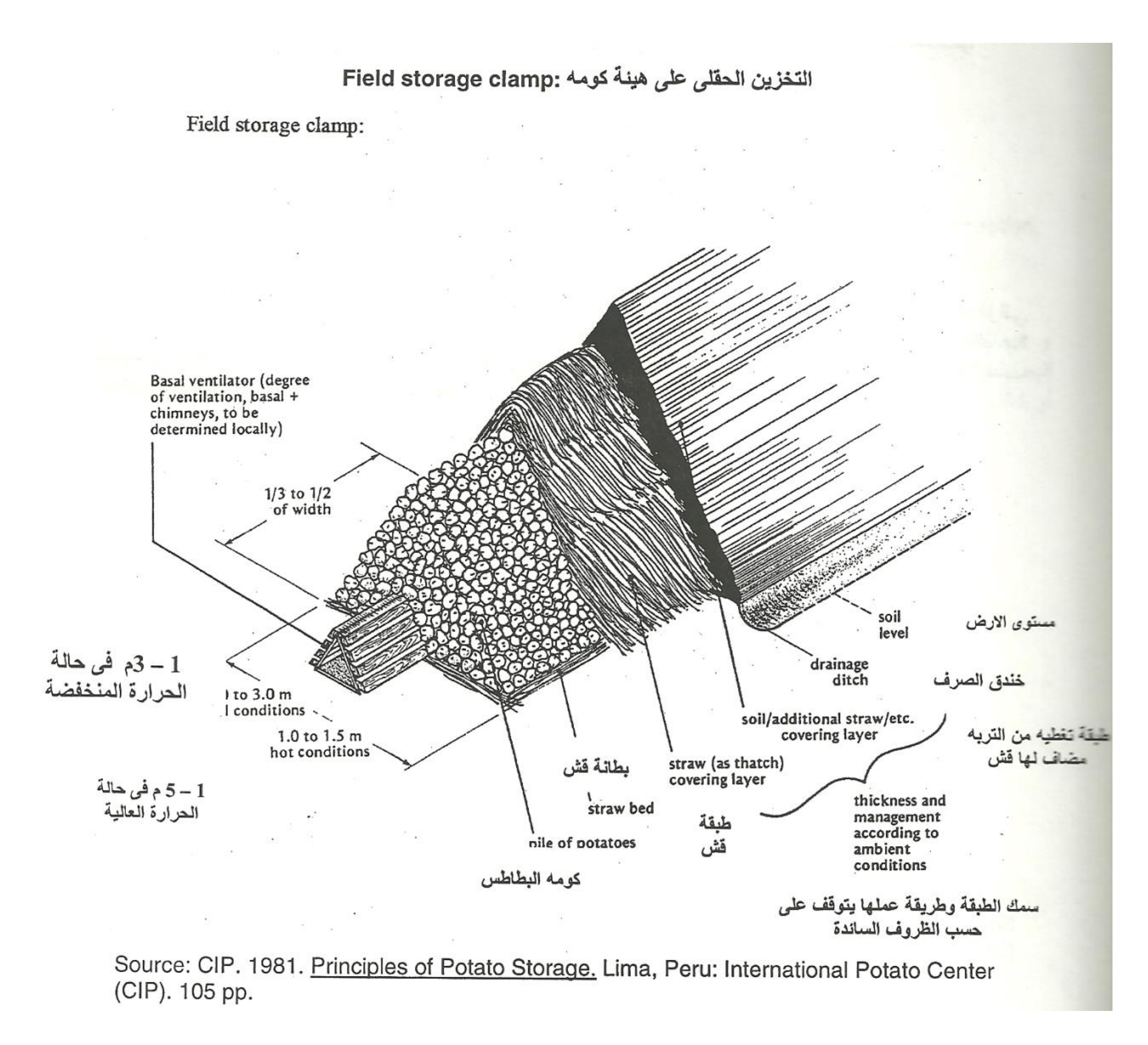
تخزين المحاصيل الدرنية والجذرية

Storage of tuber and root crops

تخزن البطاطا حسب الغرض من استخداماتها، فتقاوي البطاطا المخزنة، لاغراض الزراعة في الموسم القادم يفضل تخزينها على درجات حرارة بحدود 4م مع الانتباه الى السماح بتعرضها الى اضاءة غير مباشرة للسماح بتكوين الكلوروفيل والذي يسبب تكوين السولانين في الدرنات واللذان سيعملان على حماية الدرنة من الاصابات المرضية والحشرية ، اما الدرنات المخزنة، لغرض الاستهلاك البشري او التصنيع فيفضل خزنها على درجات حرارة معتدلة، لتقليل تكوين السكر فيها الذي يؤدي الى تلون البطاطا بالوان غير مرغوبة عند الطهي او عمل الجلي كما يجب تجنيب البطاطا المخزنة لاغرض الاستهلاك البشري الى اشعة الشمس وتخزن في مكان مظلم لتجنب تكوين الكلوروفيل فيها وتكون الدرنات مخضرة وتنتج مادة السولانين السامة.

وعند تخزين البطاطا في هذه المخازن المبسطة، فانه يمكن الاستفادة من تكنلوجيا بسيطة في تهوية الدرنات بعمل مزود او نوالة (فتحة) مبسطة قليلة الكلفة في وسط الى الاسفل من كدس البطاطا باستخدام المواد المتاحة لعمل نفق للتهوية ويمكن ان يكون صندوق خشبي طولي تكدس فوقه البطاطا ثم تغطى بطبقة من القش ثم يزادعليها طبقة اخرى من التراب وتجنب كبسها بشدة ويكون موقع هذه النوالة في مكان ظليل لتجنبها اشعة الشمس كالتظليل بالاشجار او السقيفة او المباني وحتى تحت قمريات الكروم للتظليل.

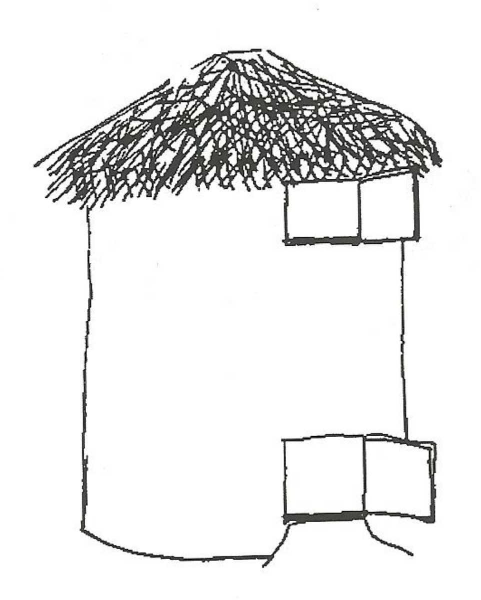
في المناطق الباردة يمكن اضافة طبقة ثانية من القش والتراب لتجنب وصول البرودة الى المحصول اما في المناطق الحارة فيفضل تقليل سمك طبقة القش وطبقة التراب وزيادة التهوية بعمل فتحات في اعلى النوالة لزيادة حركة الهواء .



شك (37) مخزن البطاطا البديله

واذا كانت كمية البطاطا قليلة بحدود 1-2 طن، فيمكن عمل نموذج مخزن مبسط في الحقل يتكون من سيقان الاشجار المرصوفة بشكل جيد ومطلية باللون الابيض، لعكس اشعة الشمس ومغطى بغطاء مصنوع من الخشب او القش يسمح بفتحة كبيرة نسبيا تسمح بحركة الهواء في المخزن شكل (38).





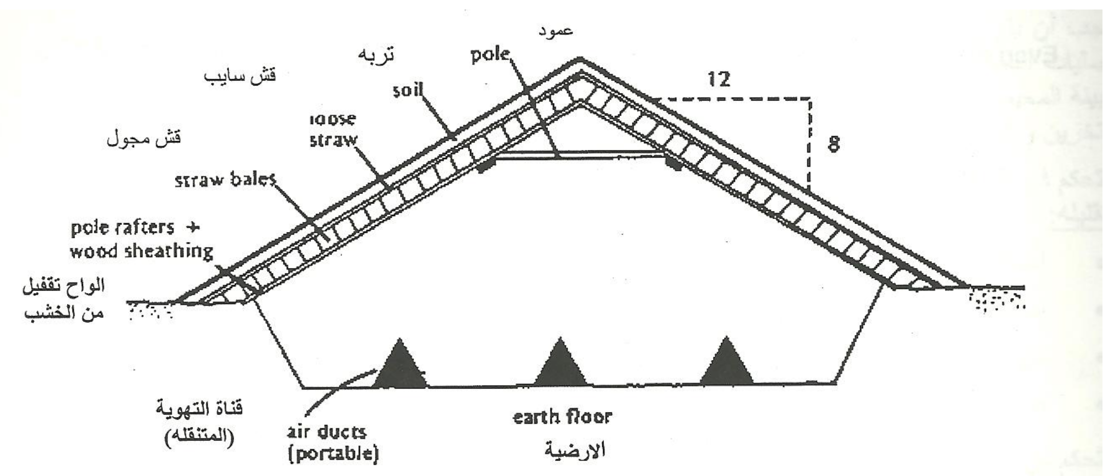
Source: CIP. 1981. Principles of Potato Storage. Lima, Peru: International Potato Center (CIP). 105 pp.

شكل (38) انواع من مخازن البطاطا البديلة

كما أن هناك نماذج على شكل صومعة مشابهة للنموذج الاول شكل (38) مع بعض التحويرات تستخدم كمخازن في القرى والارياف مشابهة للنموذج السابق ماعدا طلاء جوانب المخزن بالطين والغطاء من مادة القش ويعمل له فتحتان الاولى في الجانب العلوي، لادخال المحصول الى داخل المخزن

والاخرى في الجانب السفلي من المخزن تستخدم لسحب المحصول لغرض البيع او الاستهلاك .

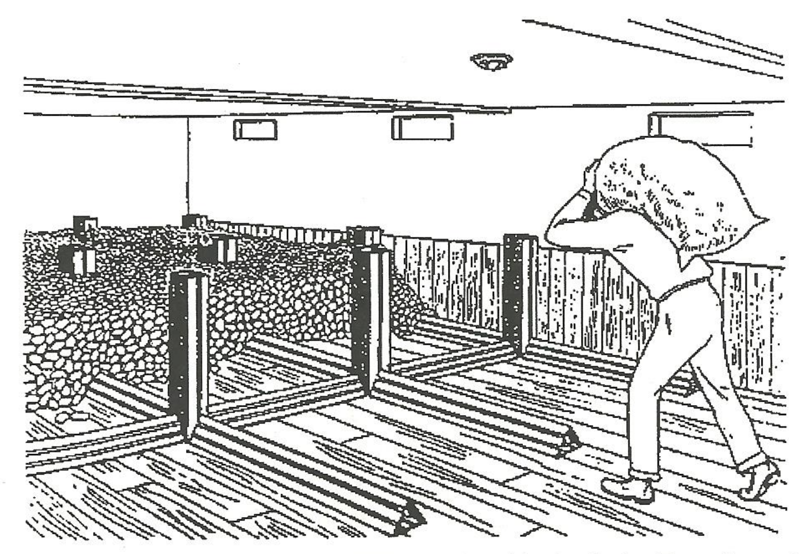
وعند الحاجة الى تخزين كميات كبيرة من البطاطا بهذه الطريقة يمكن عمل مخزن له سقف جملون على شكل حرف 8 مغطى بطبقة من القش وطبقة من التراب يستند على جدران او على الارض مباشرة ويعمل انفاق في ارضية هذا المخزن مصنعة من الخشب او الفخار تسمح بمرور الهواء من الاسفل الى داخل المخزن متخللة بين الدرنات شكل (39).



Source: University of Idaho. No date. Idaho Potato Storage. Agricultural Experiment Station, College of Agriculture, Bulletin 410.

شكل (39) مبنى لخزن الكميات الكبيرة من البطاطا

وفي حالة خزن البطاطا بشكل فل يمكن تغيير انفاق التهوية بحيث تكون عمودية اوافقية لزيادة التهوية وان تكون منتظمة ومتجانسة في المخزن ويكون حجم المخزن حسب الحاجة مادامت التهوية جيدة ومتجانسة شكل (40).



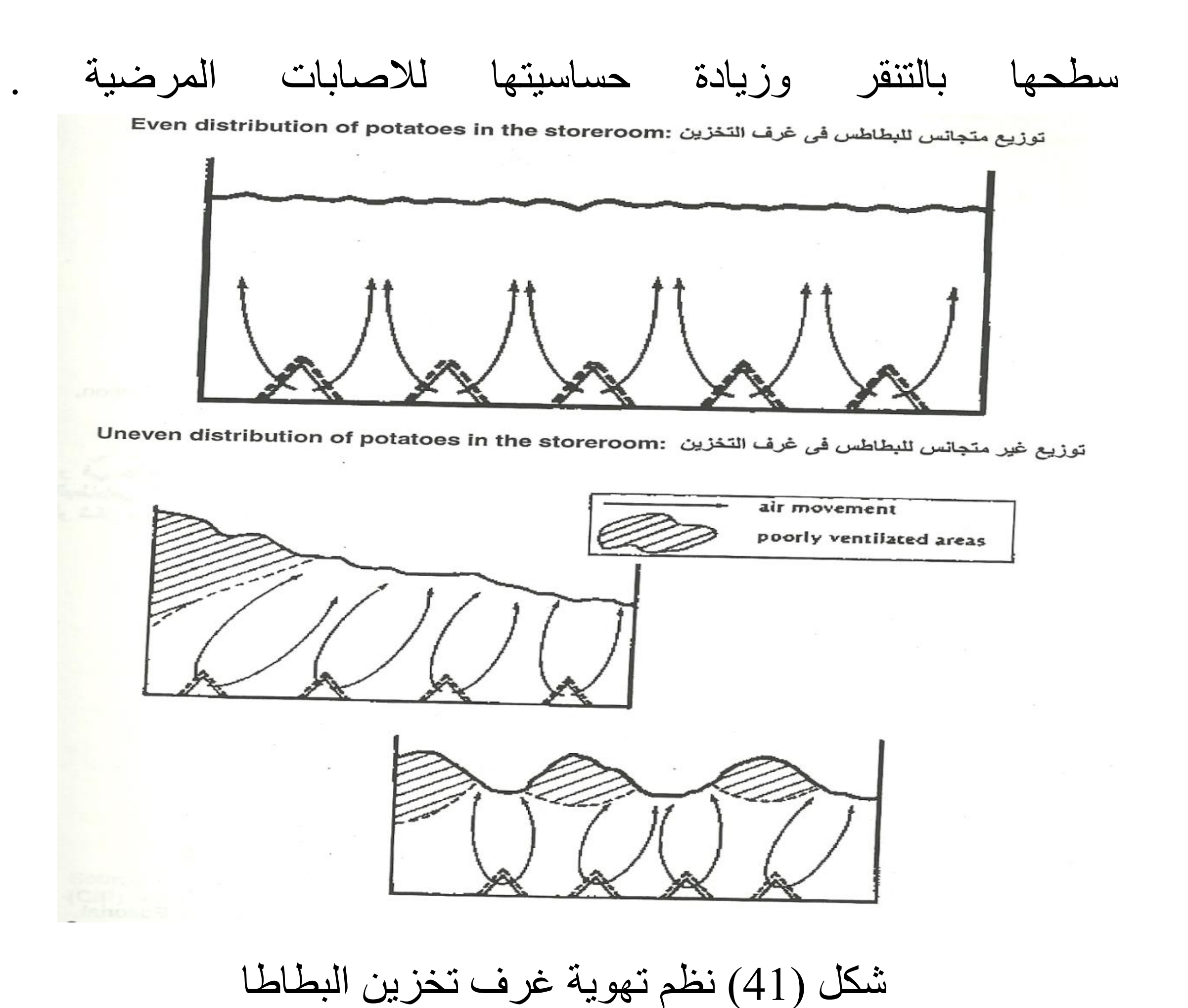
Source: Lopez, E.G. 1983. Conservación de la Producción Agrícola. Barcelona: Editorial Aedos. 188 pp.

شكل (40)نظام تهوية غرف تخزين البطاطا

ومن الضروري عند خزن البطاطا بطريقة الصب او الفل، ان تكون موزعة بشكل نظامي في المخزن لاغراض التهوية واذا كان المحصول غير مستوٍ فانه يعيق حركة الهواء داخل المخزن مما يزيد نسب التلف في المحصول والشكل (41) يبين نظم تهوية غرف تخزين البطاطا والجدل(12) يبين ظروف خزن بعض المحاصيل الدرنية ورية .

وتخزن المحاصيل الجذرية والدرنية الاستوائية على درجات حرارة خزن لاتسبب لها اضرار البرودة وبالتالي تلون لبها باللون البني الداخلي واصابة

سطحها بالتنقر وزيادة حساسيتها للاصابات المرضية .



شكل (41) نظم تهوية غرف تخزين البطاطا

الجدول (12) ظروف خزن بعض المحاصيل الدرنية والجذرية

المحصول	درجة حرارة الخزن المئوية	الرطوبة النسبية %	مدة التخزين المتوقعة (شهر)
البطاطا			
التسويق الطازج	4 – 7	98-95	10
التصنيع	12-8	98-95	10
للتقاوي	صفر - 2	98-95	10
الكاسافا Cassava	8-5	90-80	2-4اسبيع
الكاسافا Cassava	صفر- 5	95-85	6 اشهر

البطاطا الحلوة	12-14	85-90 6	
اليام Yam	13-15	100	6
اليام Yam	27-30	60-70	3-5 اسابيع
Ginger الزنجبيل	12- 15	65-75	6
الهيكما Jicama	12-15	65-75	3
القلقاس Taro	13-15	85-90	4

Cantwel,M.I ans R.F.Kasmire. 2002

المجموعات المتوافقة من الفاكهة والخضر :

متطلبات المحاصيل البستنية لظروف الخزن تتباين فثمار الفواكه والخضر التي تكيفت للنمو في المناطق الاستوائية لاتتحمل الخزن في الدرجات الحرارية المنخفضة كالخيار والطماطم والباذنجان والحمضيات والموز ، هذه المجموعة من المحاصيل تعتبر حساسة لدرجات البرودة وتتضرر عند خزنها في المخازن المبردة على درجات حرارية منخفضة، اما المحاصيل التي تخزن لمدة طويلة نسبيا فاغلبها تخزن في المخازن المبردة تحت درجات حرارية منخفضة كالتفاح والكمثرى وهذه الفاكهة لاتتوافق في متطلبات تخزينها مع الانواع التي تتحمل الخزن على درجات حرارة مرتفعة ، كذلك الثمار تختلف في تحريرها الغنتزات المتطايرة وخاصة الاثلين الذي يسبب الانضاج لذلك رتبت الثمارفي الجداول التالية حسب توافق متطلباتها الخزنية .

جدول (13) الفاكهة والخضر المتوافقة في التخزين على صفر – 2م

ورطوبة نسبية 90-95 %

تفاح Apple	عنب بدون بذرة Grapes	Parsnips
مشمش	فجل Horseradish	خوخ Peaches
كمثرى اسيوية Asian pears	Kohlrabi	كمثرى Pears
Barbados cherry	Leeks	كاكي persimmons
بنجر beets, topped	لونجان Longan	اجاص plums
Berries except cranberries	بشملة (ينكي دنيا) Loquat	رمان Pomegranates
Cashew apple	ليتشي Lychee	قراصيا prunes
كرز Cherries	مشروم Mushrooms	سفرجل Quinces
جوزالهند Coconuts	نكتارين Nectarines	فجل Radishes
تين Figs	البرتقال Oranges	Rutabagas
		لفت Turnipe

جدول (14) الفاكهة والخضر المتوافقة في التخزين على صفر – 2م

ورطوبة نسبية 95-100 %

Amaranth	كرز Cherries	بقدونس parsley
خرشوف artichokes	هندباء endive	بازلاء peas
بنجر لاثفس	Horseradish	فجل radishes
ثمار صغيرة berries	كيوي kiwifruit	rutabagas
بروكلي broccoli	خضر ورقية leafy green	Scorzonera
كرنب cabbage	خس lettuce	سبانغ spinach
جزر carrots	Lobok	ذرة سكرية sweet corn
قرنابيط Cauliflower	فطر mushrooms	لفت turnips
Celeriac	Onions , green ,grapes, mushrooms, rhubarb, corn	Water chestnut
Celery		جرجير Watercress

جدول (15) الفاكهة والخضر المتوافقة في التخزين على 4,5م ورطوبة نسبية 90- 95 %

تين cactus leaves	ليمون lemons	ز tamarillo
تين شوكي cactus pears	ليتشي Lychees	Tangelos
Caimito	Kumquat	تانجرين tangerines
كانتلوب cantaloupes	لالنكي mandarin	ثمار اكلي ugli fruit

جدول (16) الفاكهة والخضر المتوافقة في التخزين على 10م ورطوبة نسبية 85- 90 %حساسة للاثلين والبرودة

فاصوليا Beans	Kiwano	Pummel
Calamondish	Malanga	Squash,summer
Chayote	بامية Okra	تمر هندي Tamarind
خيار Cucumber	زيتون Olive	قلقاس taro root
باذنجان Eggplant	فلفل Peppers	
Haricot vert (fine beans)	Potatoes , storage	

جدول (17) الفاكهة والخضر المتوافقة في التخزين على 13 – 15 م ورطوبة نسبية 85- 90 % هذه المجموعة حساسة لاضرار البرودة .

افوكادو Avocados	كريب فروت grapefruit	ثمرة الباشون passionfruit
Babaco	جوافة guava	اناناس pineapple
موز Bananas	Jaboticaba	البلانتين plantain
Bitter melon	جاكفروت jackfruit	بطاطا potatoes
سابوتا سوداء black sapote	Langsat	قرع عسلي pumpkin
Boniato	ليمون lemons	Rambutan
ثمرة الخبز breadfruit	ليمون Limes	Santol
كرمبولا carambola	مانكو Mangoes	Sugar apple
Cherimoya	مانكوستين Mangosteen	كوسة Squash
جوز الهندCoconuts	Melons	Tomatillos
Feijoa		طماطة ناضجة Tomato ripe
جذور زنجبيل ginger root		

الحمضيات المعاملة بمادة الباي فينيل يكسب المحاصيل الاخرى رائحة

جدول (18) الفاكهة والخضر المتوافقة في التخزين على 18 –21م

ورطوبة نسبية 85- 90 %

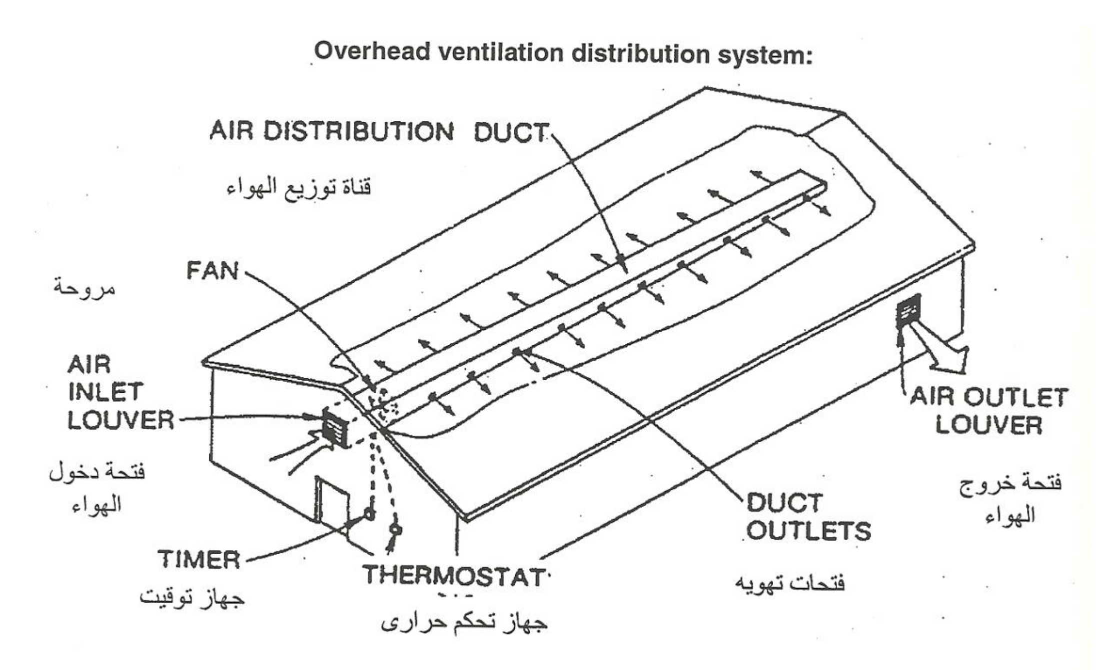
هيكما Jicama	بطاطا sweet potatoes	بطيخ water melon سابوتا بيضاء white sapote	يام yams
كمثرى pears	طماطة خضراء tomatoes mature green		

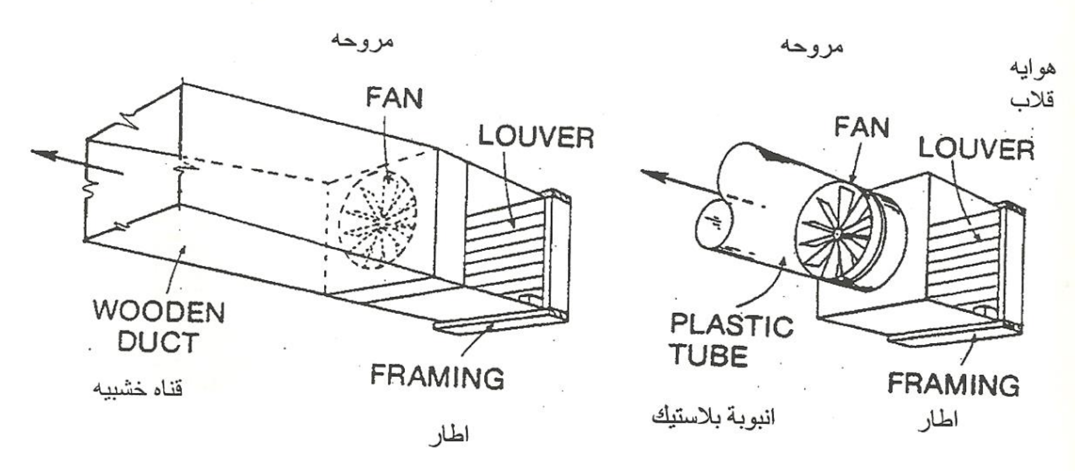
المحاصيل الحساسة لاضرار الانجماد

Susceptibly to freezing injury

جدول (19) هذه المحاصيل تتضرر عندتعرضها للانجمادات البسيطة

1	المشمش Apricot	8	الباذنجان eggplant	15	الاجاص plums
2	الاسبركس Asparagus	9	الليمون lemons	16	البطاطا potatoes
3	الافكادو Avocado	10	الخس lettuce	17	الكوسة squash
4	الموز Banana	11	البنزهير limes	18	البطاطا الحلوة sweet potato
5	الفاصوليا beans(snap)	12	الباميا okra	19	الطماطة tomatoes
6	العنبيات berries	13	الخوخ peaches		
7	الخيار cucumber	14	الفلفل peppers		





شكل (42) مراوح تفريغ الهواء من المخازن

الخزن المبرد:

الخزن المبرد يحافظ على القيمة النوعية والغذائية للثمار ويطيل عمرها الخزني وايصالها الى المستهلك خارج موسمها ويقلل نسبة التلف ويمنع تكدس الحاصل في الاسواق ويحسين مردود المنتجين، ويعد الخزن المبرد اهم الطرق لحفظ المحاصيل وكل الطرق الاخرى يعد مكملات اضافية للخزن المبرد ويجنبنا الكثير من المعاملات بما فيها استخدام المبيدات الفطرية والحشرية المؤذية لصحة الانسان، وهو ارخص الطرق واقلها كلفة ويقلل من حرارة التنفس والعمليات الحيوية التي تؤدي الى نضج وتدهور الثمار، ويقلل من الفقد الرطوبي وبالتالي المحافظة على اقل فقدان بالوزن، كما يمكن ان يلبي الخزن المبرد احتياجات كل نوع من الفاكهة بل كل صنف من الدرجات الحرارية المناسبة لخزنه لاسيما الثمار الحساسة للخزن في الدرجات الحرارية المنخفضة لاسيما الثمار ذات المنشا الاستوائي، او شبه الاستوائي مثل الحمضيات والموز والزيتون والخيار والباذنجان والقرع والبطيخ والطماطة والفلفل والثمار الاخرى او غير الحساسة الى درجات الحرارة المنخفضة والتي تتحمل الخزن على درجات قريبة من الصفر المئوي مثل التفاح والكمثرى والعنب والرمان والخضر الورقية وبعض الساقية والجذرية .

ان الثمار تختلف في مدة تحملها للخزن وتقسم الى قسمين المجموعة التي تخزن لفترة قصيرة و لاتتحمل الخزن لفترة طويلة والخزن المبرد يدخل في تنظيم عمليات تداول هذه المحاصيل ويقلل من تكدسها في الاسواق ومن هذه المحاصيل الشليك و الخوخ والاجاص والكرز والتين والبرتقال والخيار والبطيخ والرقي والفلفل والباذنجان والطماطة والفاصوليا والباميا ومعظم هذه الثمار حساسة لدرجات الحرارة المنخفضة ويفضل خزنها على 4,5م فما فوق وحسب المحصول .

اما المجموعة الثانية فهي التي تتحمل الخزن لفترات طويلة ومن اهمها التفاح والكمثرى والرمان والجزر واللفت والبنجر والبطاطا الاعتيادية والبصل والثوم . ودرجة نضج الثمار لها علاقة بمدة الخزن المبرد فالثمار

الناضجة تتحمل درجات حرارة خزنية منخفضة اكثر من الثمار غير الناضجة وهذا يرجع بنا الى تحديد الموعد المناسب لجني الثمار، كما يمكن ان يتحكم في مدة خزن المحاصيل بالتحكم في درجة حرارة الخزن فكلما ارتفعت درجة حرارة الخزن ازداد سرعة نضج الثمار وقلت مدة خزنها .

العزل الحراري في المخازن المبردة

هومنع دخول الحرارة والرطوبة وخروجهما من والى المخازن المبردة من خلال الجدران والسقوف والارضية، وكلما منعنا دخول الحرارة من خارج المخزن المبرد الى داخل المخزن تقل حمولة التبريد وتزداد السيطرة على اسباب التلف، ويعتمد ذلك على المادة العازلة في الجدران واغلب الجدران في المخازن المبردة مشيدة من الطابوق اوالكونكريت وحديثا استعمل الجدران المصنعة مسبقا او الجاهزة Prefabricated وهي جدران مصممة على شكل صفائح معدنية غالبا من الداخل والخارج بينها مادة عازلة، وهناك انواع من الجدران وانواع من المواد العازلة منها ماتصهر وتصب بين الصفائح المعدنية لتملأ الفراغ بين الصفائح وتكون مادة عازلة ومن المواد المستعملة لذلك البولي يورثان polyurethane ، ومن مميزات المادة العازلة ان تكون قليلة التوصيل للحرارة ومقاومة لتسرب الرطوبة والابخرة وخالية من الروائح غير المقبولة والمواد المتطايرة، وان لاتكون ذات مسامات يتخللها الماء وينقل الحرارة خلالها والجدول (20) يبين التوصيل الحراري لبعض المواد العازلة .

وان تغلف الجدران من الداخل بمادة تمنع تاثير احتكاك الصناديق وحركة الرافعات ويفضل استخدام مادة عازلة تحت ارضية المخازن المجمدة وفي المناطق الباردة التي تتعرض للانجمادات، لان البرودة تتسرب الى الماء الارضي الموجود تحت المخزن فيتجمد الماء ويتمدد ويسبب تشقق ارضية المخزن .

جدول (20) التوصيل الحراري لبعض المواد العازلة

نوع المادة العازلة	معامل التوصيل الحراري Degree C(W/m. C)	معامل التوصيل الحراري Btu/hr. ft. f
كونكريت مسلح Reinforced concrete	1,5	0,87
قوالب الكونكريت mounded concrete	1,2	0,69
طابوق ممتلئ full bricks	0,7	0,40
طابوق مجوفHollow bricks	0,35	0,20
الخشب Wood	0,14	0,68-0,09
الفلين Cork	0,04	0,023
رغوة البولي ستيرين polystyrene foam	0,033	0,019
رغوة البولي يورثان polyurethane foam	0,02	0,01
الالياف المعدنية mineral fibers	0,035	0,020
الالياف الزجاجية Glass fiber	0,035	0,020

مايهمنا في هذه المخازن هي السيطرة على الحرارة بشكل دقيق، لذلك لابد ان نعرف مصادر الحرارة في المحاصيل او مايسمى حمولة التبريد ويقصد بها مجموع الحرارة الواجب التخلص منها في المخازن المبردة وتقاس حمولة التبريد بالطن وهي كمية الحرارة اللازمة لذوبان طن واحد من الثلج العادي وتساوي 288000 وحدة حرارية بريطانية او 79900 سعرة حرارية ومكونات حمولة التبريد هي :-

حرارة الحقل Field heat

وهي الحرارة الموجودة في المحصول اثناء وجوده بالحقل قبل الجني ودخولها المخزن، وكميتها تعتمد على الفرق في درجات الحرارة بين محيط الثمار في الحقل ودرجة حرارة المخزن وكذلك تعتمد حرارة الحقل على الحرارة النوعية للمحصول specific heat

1- الحرارة النوعية =(نسبة الرطوبة في المحصول × 0,008)+0,2
والرقم الاخير هوثابت ويساوي الحرارة النوعية للمادة الجافة .

2- الحرارة الحيوية

تمثل الحرارة الناتجة من عملية تنفس الثمار وتعتمد على سرعة تنفس المحاصيل وتقاس بضرب سرعة التنفس في 220 في الوحدات البريطانية او تضرب سرعة التنفس في 440 .

3- الحرارة النافذة والمتسربة heat leakage

وتشمل الحرارة المتسربة الى المخازن المبردة من خلال الجدران والسقوف والارضية والحرارة التي تتسرب نتيجة فتح وغلق الابواب ودخول العمال .

4- احتياطي الطوارئ

وهي نتيجة التغيرات المناخية والتغيرات السريعة في درجات الحرارة وهبوب الرياح الساخنة ويشمل احتياطئ الطوارئ بحدود 30-35% من اجمالي الاحمال السابقة .

ويتم حساب حمولة التبريد كالاتي

1- حرارة الحقل=

$$\frac{\text{وزن المحصول} \times \text{الحرارة النوعية} \times \text{الفرق بين درجة حرارة الحقل والمخزن}}{\text{الوقت اللازم للتبريد بالساعة}}$$

2- الحرارة الحيوية وتقاس سرعة التنفس × 220او 440 حسب الوحدات المستخدمة

او تقاس كالاتي :-

$$\text{الحرارة الحيوية} = \frac{\text{وزن المحصول المخزن طن} \times \text{الحرارة الحيوية للمحصول}}{\mathbf{24}} = \quad \text{/ساعة}$$

3- كمية الحرارة المتسربة او النافذة BTU /ساعة

4- مجموع الاحمال الثلاث السابقة

5- يضاف لها احتياطي الطوارئ 35% من المجموع (BTU/يوم)

ثم يقسم الناتج على 288000 ليكون الناتج (طن تبريد/يوم)

ويجب متابعة نقاط هامة في الخزن المبرد :-

1- **ازالة حرارة الحقل :** لان ادخال المحصول الى المخازن المبردة بدون ازالة حرارة الحقل يحتاج وقتآ طويلآ في المخازن حتى تصل الى درجة الحرارة المطلوبة، مما يزيد من تكاليف الخزن ويساعد على انتشار الاحياء المجهرية ويقلل من العمر الخزني للمحصول .

2- **درجة حرارة المخزن:**

ان تنظيم وتثبيت درجة الحرارة في المخزن هامة جدا وتذبذبها يلحق اضرارآ كبيرة في المحصول لذا من الهام ان تثبت درجة الحرارة، ويتم ذلك بوضع اجهزة سيطرة على تنظيم وضبط درجة الحرارة كما يفضل تسجيل درجات الحرارة يوميا كل 12 ساعة

3- **تثبيت درجة الرطوبة :**

للرطوبة دور كبير في الفقد بالوزن والمحافظة على نوعية المحصول لذلك من المهم السيطرة على كمية الرطوبة حسب حاجة المحصول المخزن والسيطرة على عدم تذبذبها من خلال وضع اجهزة سيطرة على نسبة الرطوبة مثل جهاز الثرموهايكروكراف Thermohygrograph الذي يسجل درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وان يكون جهاز اضافة الرطوبة المعروف ب المرطب Humidifier متوافرآ الذي يضيف الرطوبة على شكل رذاذ في جو المخزن لتجنب ذبول وفقدان الوزن في الثمار المخزنة .

4- **حركة هواء المخزن :**

ان سرعة هواء المخزن لها دور كبير في سرعة التبريد فكلما زادت سرعة حركة هواء المخزن ازدادت سرعة التبريد في الوقت نفسه لها دور سلبي هو زيادة سرعة فقدان الرطوبة من الثمار فنزيد من سرعة هواء المخزن في بداية الخزن لسحب الحرارة وعند وصولها الى الدرجة المطلوبة حيث تستقر على 16م/ثانية والتي تكون كافية للتبريد وسحب الغازات المتطايرة خاصة الاثلين .

اسئلة حول التوصيل الحراري

مثال 1: احسب كمية الحرارة الواجب ازالتها من محصول العنب المعبأ في صناديق خشبية علما ان وزن المحصول 31400 رطلآ ووزن صناديق الخشب 4390 رطلآ والحرارة النوعية للعنب 0,82 وللخشب 0,327 والمطلوب خفض درجة حرارة المحصول من 80ف الى 40ف

الحل:$\mathbf{G=w.c(t_1-t_2)}$ حيث ان G حرارة الحقل للثمار و W تمثل وزن الثمار والعبوات وC تمثل الحرارة النوعية للثمار والعبوات و T1 و T2 الفرق في في درجات الحرارة بين الحقل والمخزن .

حرارة الحقل للعنب= 31400 × 0,82 × (80-40) =1029920 وحدة حرارية بريطانية

حرارة الحقل لصناديق الخشب = 4390 × 0,327×(80-40) =57421 وحدة حرارية

حرارة الحقل الكلية(للعنب والعبوات)= 102992+57421=1087341 BTU

= $\frac{1087341}{144}$= 7550 رطلاً من الثلج لانه نحتاج 144 وحدة حرارية بريطانية BTU

لاذابة رطل واحد من الثلج

او = $\frac{7550}{2000}$ = 3,775 طن ثلج (طن ثلج =2000 رطلاً) حرارة الحقل الكلية الواجب ازالتها من العنب والعبوات لخفض حرارة الحقل من 80ف الى 40 ف .

مثال 2 :احسب كمية الحرارة الواجب ازالتها من طن من الطماطم المعبأة في صناديق من الخشب سعة الصندوق 20 رطلاً ووزن الصندوق 6 رطلاً ، درجة حرارة الحقل 80ف والتخزين سيتم على درجة 40ف علما ان نسبة الرطوبة في الطماطم 77,1 والحرارة النوعية للخشب 0,327 **.**

الحل **:** حرارة الحقل Q = w . c (t_1-t_2)

الحرارة النوعية للمحصول = المحتوى الرطوبي للثمار × 0,008 + 0,2

=0,008 × 77,1 + 0,2 = 0,82

حرارة الحقل للطماطم =2000 ×0,82 ×40 = 65600 وحدة حرارية بريطانية BTU

عدد الصناديق = 20/2000 =100 صندوقاً

وزن الصناديق = 100 × 6 = 600 رطلاً

كمية الحرارة الواجب ازالتها من الصناديق = 600×0,327×40ف =7848 وحدة BTU

كمية الحرارة الكلية الواجب ازالتها = 7848+ 65600= 73448 وحدة BTU

73448÷ 144 = 510 رطلاً ثلج لخفض حرارة الحقل (رطل=144وحدةBTU)

510 ÷ 2000 = 0,25 طن ثلج للتخلص من حرارة الحقل (طن=2000 رطلاً) .

الحرارة الحيوية (حرارة التنفس)

مثال : احسب الحرارة الحيوية المتولدة من طن من العنب لمدة 3 اشهر اذا كان معدل التنفس لثمار العنب على درجة حرارة 40ف هو (5) . $MgCo_2/Kg/hr$

الحل**:** الحرارة الحيوية الناتجة من 1طن عنب في اليوم = M . W. I .220 = Q .

حيث ان M :معدل سرعة التنفس ملغم CO_2 /كغم/ساعة

W:وزن المحصول بالطن

I : عدد ايام التخزين

= 5 × 220 = 1100 وحدة (220 عدد ثابت يمثل الحرارة BTU الناتجة من تنفس طن واحد من الثمار لمدة 24 ساعة) .

كمية الحرارة المتولدة في 3 اشهر = 1100×30 × 3   99000 وحدة بريطانية .

حساب الحرارة النافذة والمتسربة :-

تحسب الحرارة النافذة $Q = A. U. (T1-T_2). I$

حيث ان Q = كمية الحرارة المتسربة .

A = مساحة السطح الخارجي لغرف التبريد وعربات النقل .

U = عامل توصيل الحرارة للمادة العازلة تؤخذ من الجدول .

T_1 = درجة الحرارة خارج غرف التبريد .

T_2 = درجة الحرارة داخل غرف التبريد .

I = مدة التخزين بالساعة .

مثال : احسب حمولة التبريد الناتجة من نفاذ الحرارة الى داخل سيارة نقل سطحها الخارجي 1500قدم مربع علما ان – الدرجة الحرارية الخارجية 80 ف° .

- درجة الحرارة الداخلية 50 ف° .
- مدة النقل 48 ساعة° .
- عامل توصيل الحرارة للجدران والاسقف 0,12 وحدة .

الحرارة النافذة Q = 1500 × 0,12 × (80-50) × 48 .

= 259200 وحدة حرارية بريطانية .

= 259200 ÷ 144 = 1800 رطلاً من الثلج .

= 1800 ÷ 2000= 0,9 طناً ثلج .

الحرارة المكتسبة : وتشمل :-

أ- الحرارة المتولدة من المصابيح = عدد المصابيح × الاستطاعة × زمن العمل × J عامل انتشار الحرارة من الضوء .

ب- الحرارة المتولدة من المحركات الكهربائية = عدد المحركات × الاستطاعة × زمن العمل × b عامل انتشار الحرارة من المحرك .

ج- الحرارة المتولدة من الاشخاص = عدد الاشخاص ×الحرارة المنتشرة من الشخص × عدد ساعات المكوث .

الفصل السادس

الاثلين Ethelin وتاثيراته الفسلجية على الثمار

هو غاز عديم اللون هايدروكاربوني غير مشبع ينتج داخل الخلايا في الثمار والنبات والفطريات في 1901م ، عرف الاثلين هو الجزء الفعال من الغازات المتحررة من المواقد وبايولوجيا سنة 1960م عرف الاثلين في المؤتمرات العالمية على اساس هرمون نباتي، لانه ناتج من عمليات حيوية داخل النبات ، وازدادت اهميته بعد اكتشاف الكازكروماتوكرافي، لاكتشافه التراكيز الواطئة جدا وللاثلين تاثيرات كبيرة جدا على النبات منها :

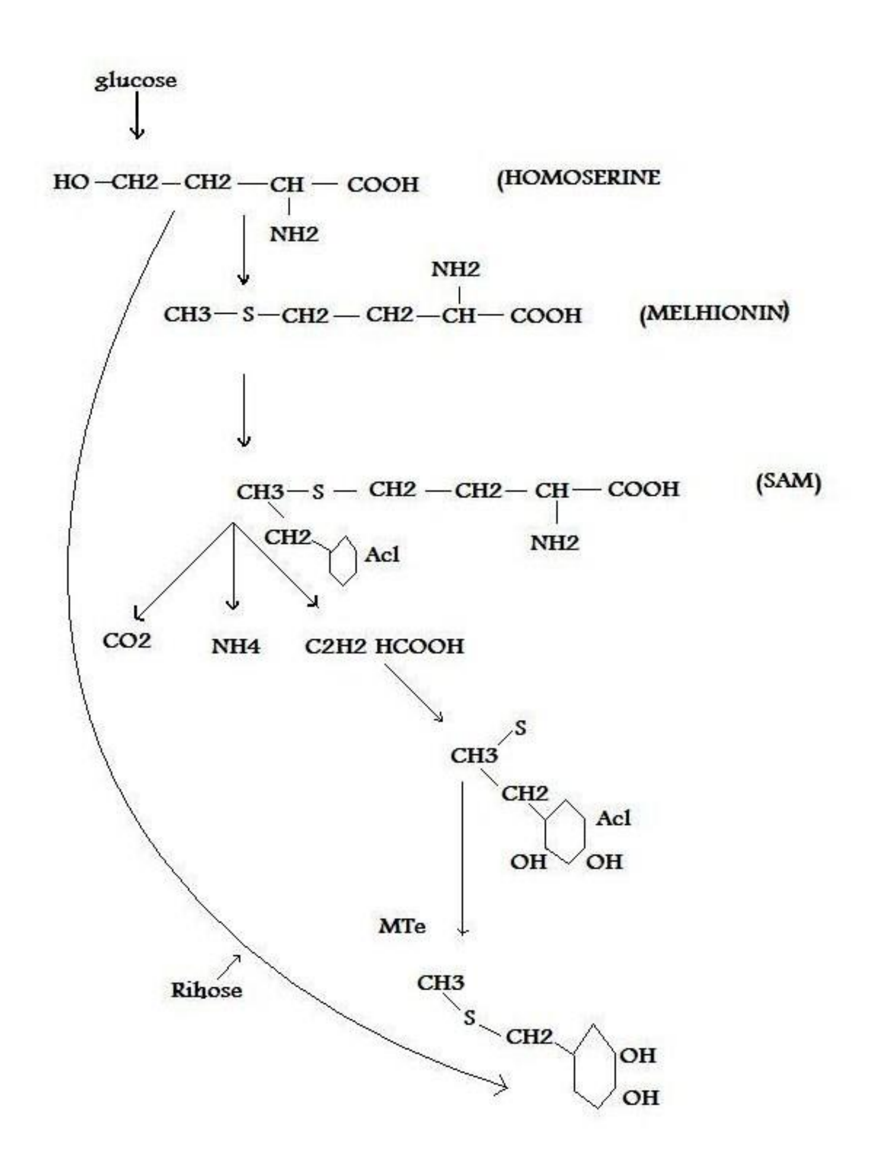
تثبيط نمو الجذور Growth inhibition root inhibition

Fruits degreenning تدهور الثمار, flower inition التزهبر,stimulation of fruit growth يحث الثمار على النمو , initiation of fruit ripening ينضج الثمار , panticipation in plant diseas resistance له دور في مقاومة الامراض, releats of bud and seed dormance سكون البراعم والبذور, release of apical dominance السيادة القمية , epinasty تهدل النبات التحول ، له دور في اجهاد النبات responsis in stress , الجنسي

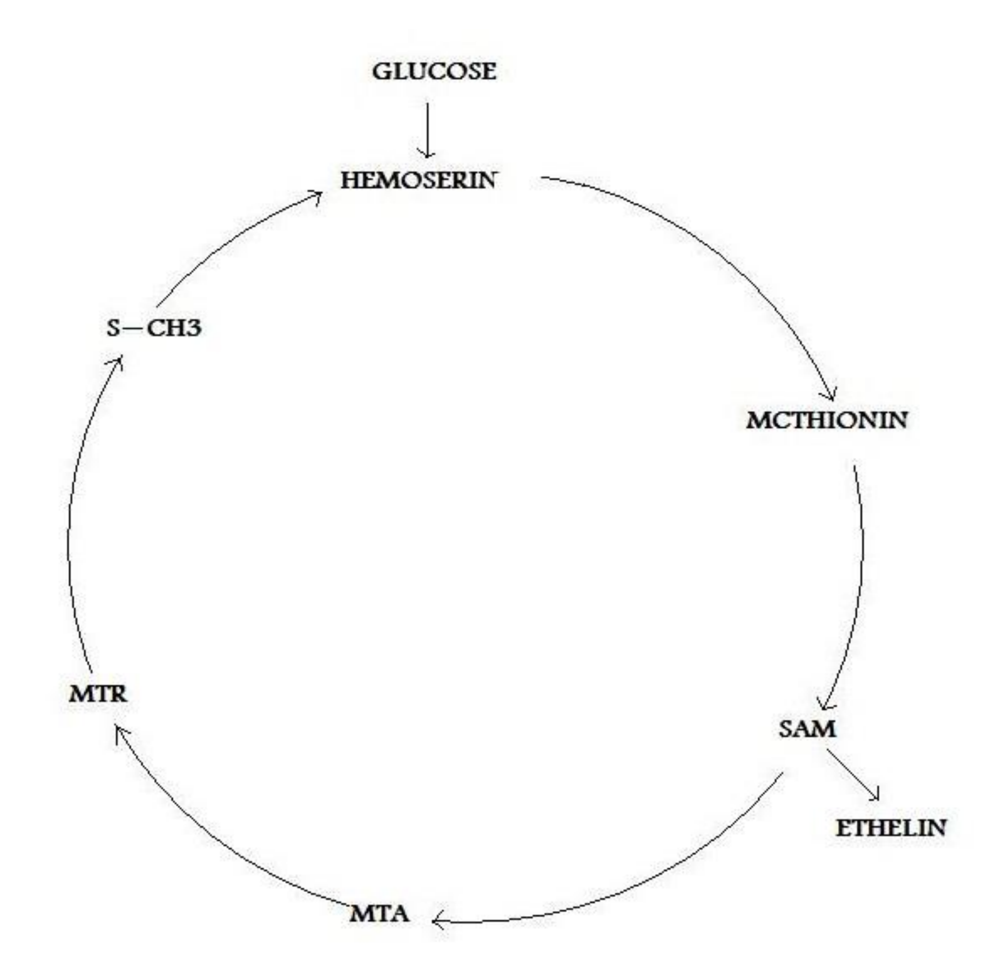
في النباتات الراقية وجد ان الميثانين هي المادة الاساسية، لتكوين الاثلين ونتيجة لاستخدام c14 المشع في تجارب على البكتريا وجد انها لاتنتج الاثلين مثل النباتات الراقية وتعتمد على Glutamate في تكوين الاثلين في البكتريا والنباتات البدائية .

في النباتات الراقية عد الميثانين هو المركب الاساس في تكوين الاثلين فذرة الكاربون رقم 1 تتحول الى CO_2 و C رقم 2 تتحول الى فورمك اسد والذرة الثالثة والرابعة تحول الى اثلين

CH_3-S- <u>CH_2- CH_2</u> CH_2COOH والميثايونين بعد سلسلة من العمليات يتحول الى الاثلين والمركب الاول الذي يتكون هو (SAM methylthioadenosine) ، وهو مركب وسطي يتحول في النبات الى سام ثم يتحول الى methylthioribose (MTR) ويكون التحول سريعآ جدا ينتج عنه S-CH_3 الذي يسمى methylthiogroup والشكل (43) يوضح مخطط تكوين الاثلين .



شكل (43) مخطط تكون الاثلين



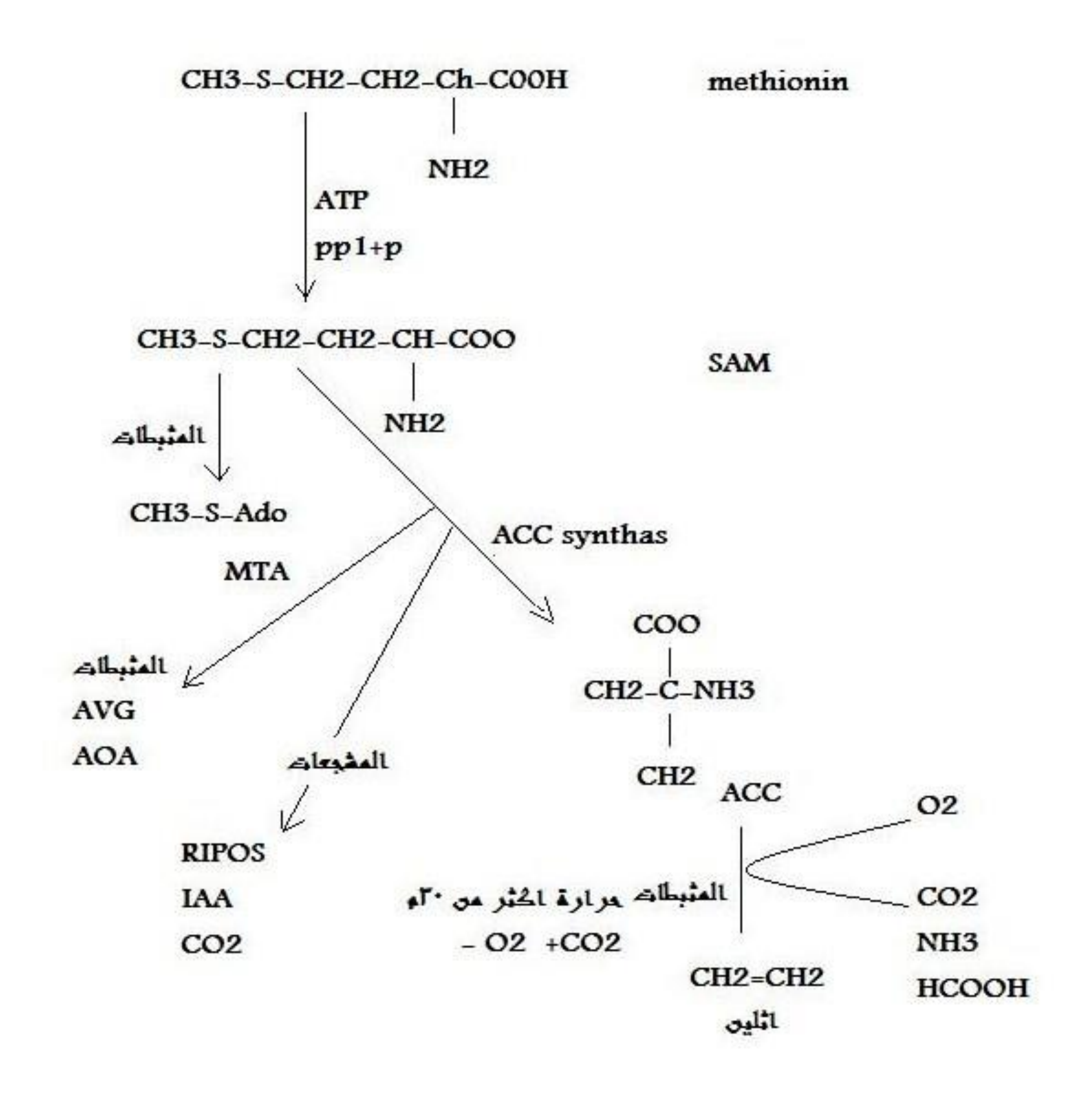
شكل (44) دورة تكوين الاثلين

هذه العملية تحدث في الظروف الخالية من الاوكسجين Anaerobic

وباستخدام الميثايونين المشع داخل ثمرة التفاح في ظروف الهواء تتحول بسرعة الى الاثلين لكن عند وضع التفاحة في جو نايتروجين بدون O_2 لم يتكون الاثلين، لكن تحول الميثايونين الى مركب 1- aminocyclopropaneecarboxylic acid(ACC) ، وبوجود الهواء يتحول ACC بسرعة الى الاثلين وهي خطوة معتمدة على وجود الاوكسجين ووجد ان انزيم ACC synthase يحول SAM الى ACC كما في الشكل (44)

هذا الانزيم ممكن تثبيطه $SAM --- \xrightarrow{ACCsynthase} ACC$ بالمواد الكيمياوية، مثل؛

amino oxy acetic و AminoethoxyvimlyGlycine (AVG) acid (AOA) ، وطريقة تكوين الاثلين في التفاح قد عرف ودرس بصورة كاملة 1980و كثير من الباحثين عملوا في هذا المجال وتوصلوا الى أن دورة الاثلين كما مبينة ادناه :-



شكل (45) تثبيط تكون الاثلين

تثبيط تكون الاثلين :

تثبيط الاثلين بواسطة 1- بعض المعادن 2- الظروف الجوية 3-الكيماويات

وجد ان الكوبلت له تاثير كبير في تثبيط الاثلين المتحرر من بعض بادرات البقوليات وخلايا ثمار التفاح ، الاثلين المتكون نتيجة استخدام الكاينتين و IAA ، وجد انه يثبط بالكالسيوم Ca و النحاس Cu و Co وفي بعض التجارب وجد النيليوم Ni له فعالية في تثبيط الاثلين .

العوامل الجوية والظروف اللاهوائية تؤثر في تحول SAM الى ACC ودرجة الحرارة لتكون الاثلين بحدود 30 م وزيادة درجة الحرارة عن 35م تؤدي الى زيادة ACC داخل النبات وتقلل انتاج الاثلين و40م تؤدي الى توقف انتاج الاثلين من خلال عدم تحويل ACC الى اثلين وبالعكس عند خفض درجة الحرارة يوضح الشكل (45) بعض مثبطات تكون الاثلين.

الكيماويات مثل الاثايونين ethaine يثبط جزئيا تكون الاثلين و السيلين ميثايونين selen methionin ينشط تكوين الاثلين و AOA له تاثير على تثبيط الاثلين و كذلك 2-4-D

الاثلين والنضج :

هناك فرضيتان حول الاثلين و النضج في كيفية تكوين النضج، الفكرة الاولى، تشمل: التغييرات التي تحصل وتبدأ بها الثمرة حتى تصل الى الشيخوخة، وفيها تتكسر المحتويات الداخلية للخلية ويحدث فيها عدم انتظام وخلط عشوائي للانزيماتـ susbtreat ، وقد تكون هذه الخطوات الظاهرية التي تقود الى نشاط كثير من الانزيمات الهايدروليسز hydrolasis والتي يحصل في الكلوروفيل والنشا والبكتين تحلل وتكسر وتفقد التانينات خواصها ويحصل انحلال في الانزيمات التي تكون اللون والطعم وغيرها .

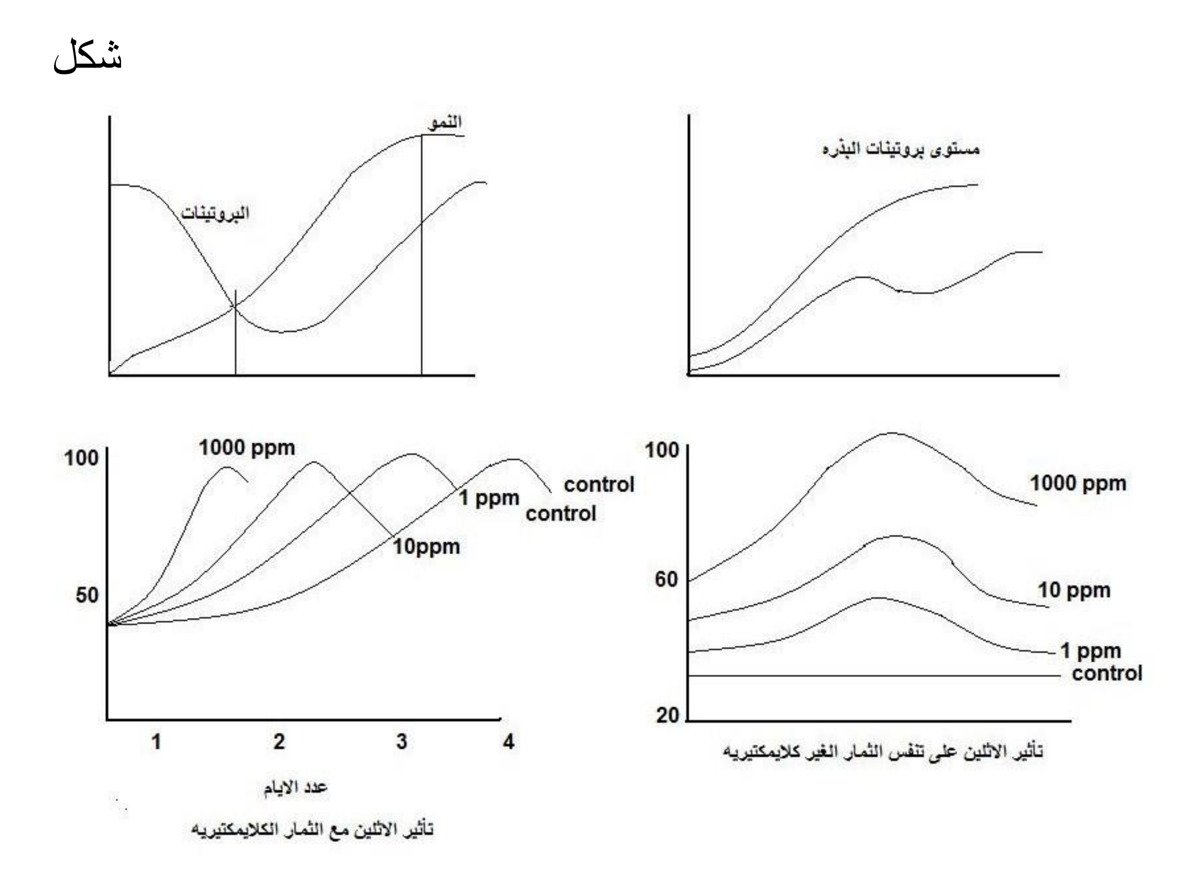
الفكرة الثانية تشمل النضج او الشيخوخة وتمثل المرحلة النهائية في سلسلة التخصص differentiation وهذه العملية تحتاج الى تكوين انزيمات

خاصة ويمكن ان تحدث الفكرتان في وقت واحد وهناك دلائل كبيرة على ان الاثلين عامل ضروري (هرمون انضاج) في تسلسل العمليات التي تقود الى النضج وعادة تقسم الثمار الى Climacterc و non climacteric وسبب التقسيم هو التنفس الذي تسلكه الثمار خلال النضج كل الثمار التي فيها خاصية الكلايمكتيرك تسلك سلوك يختلف اثناء نضجها عن باقي الثمار ومنها التفاح والموز والكمثرى والافوكادو والقرعيات .

القسم الثاني: لايحدث بها كلايمكتيرك ، وتشمل الحمضيات والاعناب و strawberry و binable ويزداد البروتين في ثمرة التفاح عند بداية انقسام الخلية وذلك لاحتياجه في الانقسام ويحدث انخفاض في نشاط الانزيمات في مرحلة استطالة الخلايا ، ثم تزداد في مرحلة النضج وذلك لاحتياجه في الانزيمات وكمية البروتين تكون تقريبا ثابتة لكن الاختلاف يحدث في نشاط البروتين بتغييرها من شكل الى اخر .

ان معاملة الثمار غير الناضجة بالاثلين تسرع البدء بالكلايمكتيرك والتغييرات التي تؤدي الى النضج بدون التغيير في فعالية الجهاز التنفسي بينما في الثمار التي ليس فيها ظاهرة الكلايمكتيرك تؤثر على التنفس ويزداد التنفس، نتيجة تركيزات الاثلين وعادة الزيادة في معدلات التنفس في الحمضيات تكون مقرونة بالفقد في الكلوروفيل والشكل (46) يبين تاثير الاثلين في تنفس الثمار.

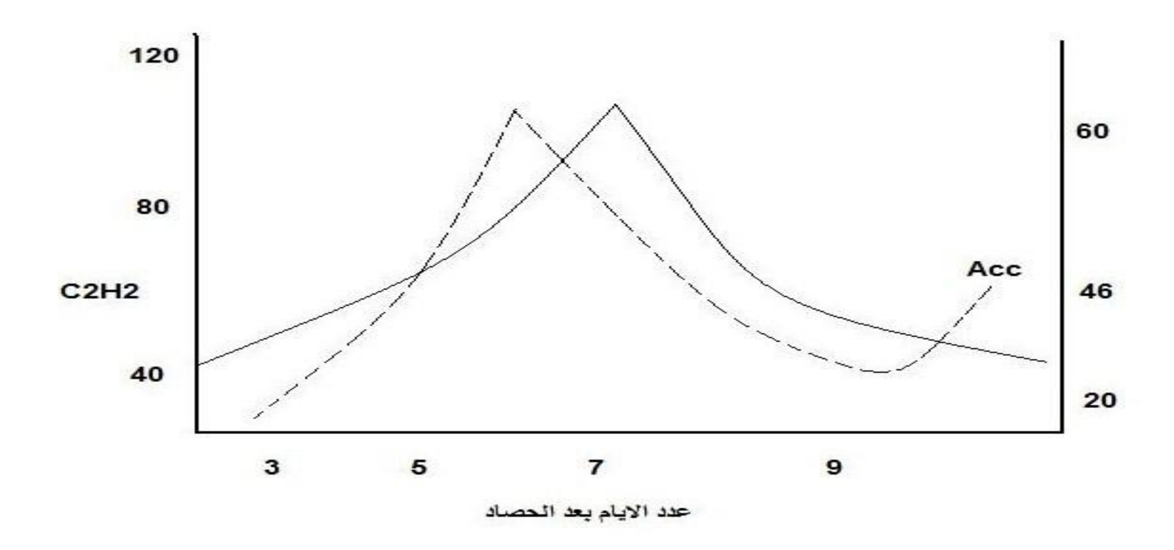
شكل



شكل (46) تاثير الاثلين في تنفس الثمار

تنظيم الاثلين :

درس Hoftman&Yang التغييرات التي تحدث في التركيزات الداخلية في الخلية 1-aminocyclopropancarboxylic acid (ACC) ، والجزء الثاني اضافة ACC في ثمار الافوكادو قبل الدخول في الكلايمكتيرك ولاحظوا ان ACC كان قليلآ جدا اقل من o.1 m.1 الزيادة الكبرى في ACC في بداية الكلايمكتيرك حدثت زيادة في ACC والاثلين المتحرر وادت الى النضج.



شكل (47) علاقة الاثلين مع ACC بعد حصاد الثمار

اذا عدم قدرة الثمرة في مرحلة قبل الكلايمكتيرك على انتاج الاثلين تعزى الى عدم قابليتها على تكوين ACC(اي عند تكون ACC يتكون الاثلين) اضافة ACC الى الثمار قبل مرحلة الكلايمكتيرك تؤدي الى زيادة بسيطة في انتاج الاثلين، وهذا السبب يعزى عدم قابلية الثمار في مرحلة قبل الكلايمكتيرك على تحول ACC الى اثلين، وذلك لعدم تكون الانزيمات في هذه المرحلة (قبل الكلايمكتيرك) التي تكسر ACC الى اثلين .

اذا استعمل الاثلين في مرحلة قبل دخول الثمرة في مرحلة الكلايمكتيرك عملية النضج سوف تنطلق مباشرة ويتكون كميات كبيرة من الاثلين الطبيعي .

اذا الاثلين يعتبر الانطلاقة لتحفيز عمليات النضج إذ تحدث عمليات النضج عند وصول الثمار مرحلة معينة لتركيز الاثلين الى حد معين في الثمرة واضافة الاثلين الخارجي تزيد من تركيز الاثلين الداخلي الى الحد الذي يطلق تفاعلات النضج .

قابلية الخلايا على تكوين الاثلين بكميات كبيرة كنتيجة لاضافة تركيزات بسيطة من الاثلين الخارجي وهذه العملية تسمىAutocatulyticوهي عملية

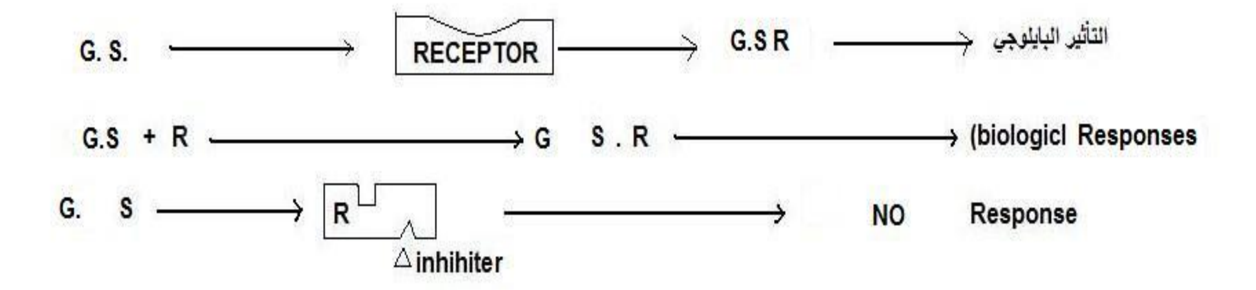
انطلاق الاثلين تكون نتيجة (ان الاثلين يشجع نفسه على انطلاق الاثلين الداخلي) وهذه النتيجة تحفز تكوين ACC وتحوله الى اثلين .

س1– بعد معرفة طريقة تكوين الاثلين هل يصح ان يقال بان الاثلين يتكون في مكان ما ثم ينتقل الى مكان اخر لكي يظهر تاثيره وبالتالي ينطبق عليه تعريف الهرمون ؟

س2- ماهي تاثيرات الاثلين المختلفة على النبات من البذرة الى نضج الثمار ؟

الاثلين هو .Growth.Regulater او .Growth.Hermon او Growth.Substans.

الاثلين هو .G.H اذا تكون طبيعيا و G.Reg و G.S اذا اضيف الى النبات



العمليات التي تحدث اثناء النضج

Ripening phormanation in fruits

يحدث نوعان العمليات التي لها من التاثير المهم في العمليات الحيوية في الثمار هي الهدم والبناء كما موضحة في الجدول (21).

جدول (21) العمليات التي تحدث اثناء النضج في الثمار

Degradation	synthetic
Degredatin chlorophyll	Maintenance of mitochondria cal
	Starch formation
Starch hydrolysis	Anthocynin
	Inter conversion of sugars
Oxidation substates	Incrosed TCA cycle Activity
In activation by phenolic compound solubilization of pectin	Synthesis flavor valaliles
	Increased Amino acid Incorporation
Activation of hydrolytic enzyme	Increased traneription and translulated
	Preservation of selective membrance
Initiation of membrane leakage	Formation of ethylen Pathways
Ethylen induced cell Wall softening	

التنفس في الثمار Respiration

هي عملية اكسدة واختزال لتحرير الطاقة وان اكسدة سكر كلوكوز (وزن جزيئي) يحرر طاقة حرارية مقدارها 686 الف سعرة حرارية هذه الطاقة الحرارية اذا انطلقت فجأة تقتل النبات، لهذا يكون تحول الطاقة بخطوات متسلسلة وببطء ويلاحظ تحرير الطاقة يختصر على NAD و NADH يمكن ان تعطي طاقة فان NADPH يحتوي على 53 كيلوسعرة/لكل وزن جزيئي .....

ويقسم التنفس الى مراحل :

1 - الكلايكولايسس glycolysis .

2- Organic acid cycle or citric cycle TCA ,kreb cycle .

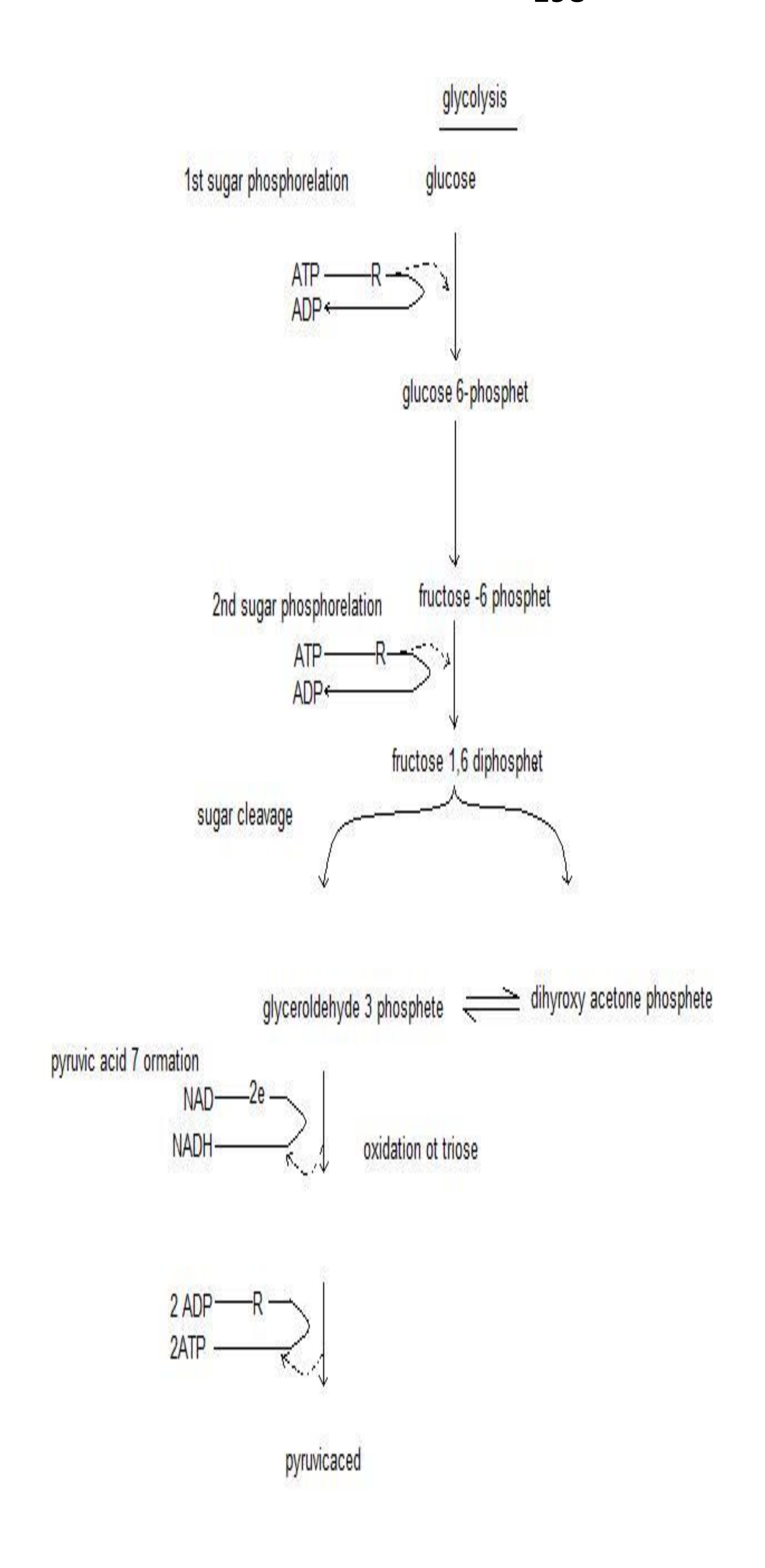
3- جهاز النقل الالكتروني Electron transport system .

المرحلة الاولى الكلايكولايسس تتميز بان الاكسدة فيها لاتحتاج الى الاوكسجين، وتحدث في السايتوبلازم وتحدث ثلاث خطوات في الكلايكولايسس :-

أ- Phosphrelation وهي عملية تحرير السكر باضافة الفسفور .

ب- انقسام السكر الى جزيئتين وكل جزء يسمى Triose .

ج- اكسدة الاجزاء لتكوين مركبات وسطية في التنفس و تكوين حامض البايروفك pyruvic acid . كما في الشكل (48).



شكل (48) مخطط تكين حامض البايروفك

اما في التنفس اللاهوائي، فيحول pyruvic acid الى CO_2 وتحرير الاثلين ويحدث التنفس اللاهوائي في خطوتين :

1- انفصال ذرة كاربون C من pyruvic acid .

2- اختزال الاستلدهايد بواسطة NADH الى كحول اثيلي ويعطي 2ATP ، C - C – C

التنفس الهوائي :

يقسم التنفس الهوائي الى ثلاثة اقسام :-

1- دخول الكاربون في الدورة العضوية

2- دورة الاحماض العضوية TCA cycle

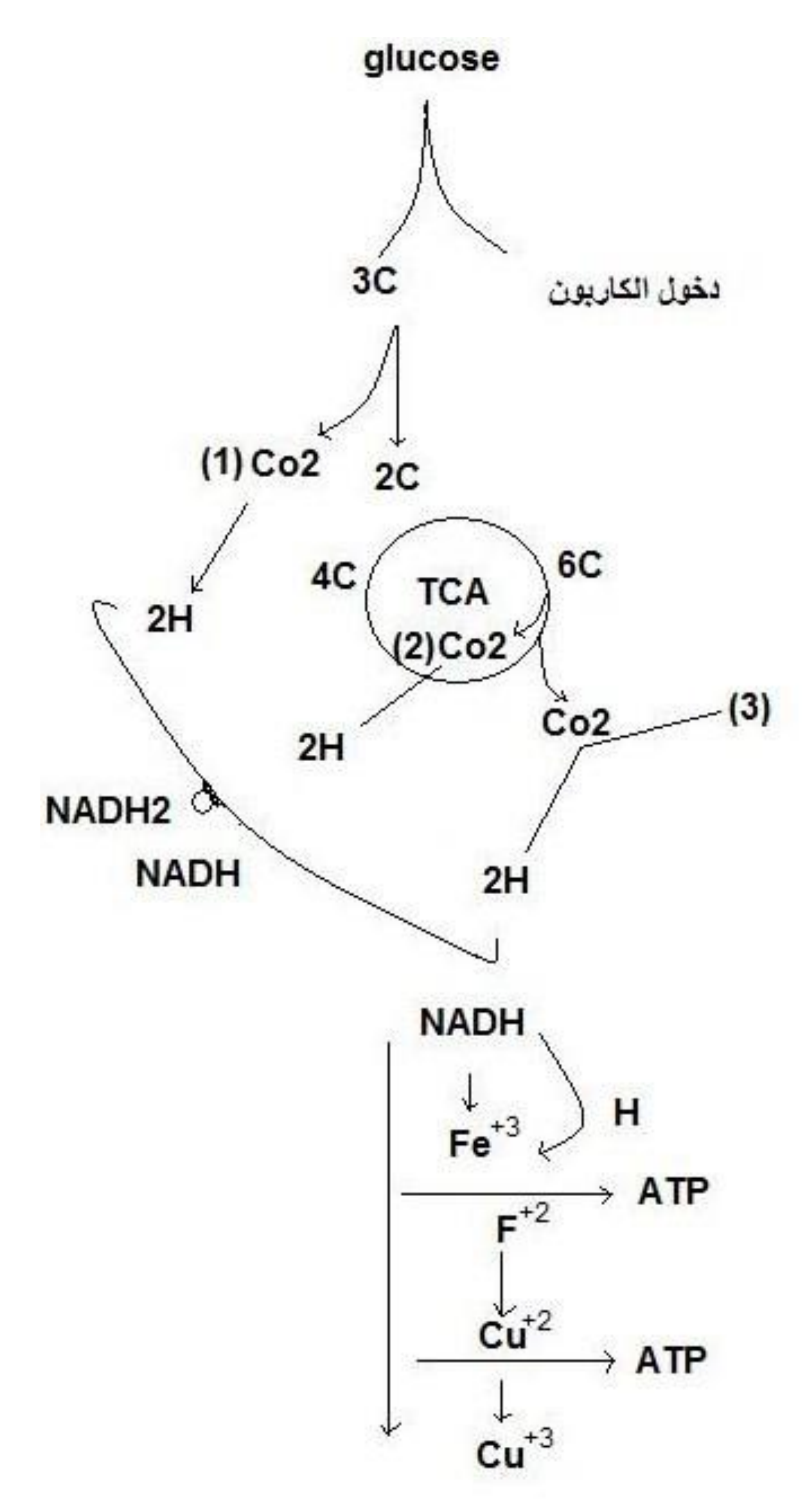
3- اكسدة الالكترونات وانتقال الالكترونات والاكسدة النهائية

دخول الكاربون في الدورة العضوية في هذه التفاعلات وهي تهيئة pyruvic acid للدخول في الدورة TCA في المايتوكوندريا وبعض المركبات تكون Co-enzyme او جزء منه في التفاعل الاول يتاكسد pyruvic acid ويعطي مركبآ ذا ذرتين كاربون وجزئ CO_2 والباقي ذرتا كاربون تكون ال Acetyl grup

```
  H  O
  |  ||
H-C-C-H
  |
  H
```

يكون جهاز التفاعل مع Co-enzyme انزيم يسمى Co-enzyme A ويتميز بان له القدرة على اخذ مركب Actyle grup عند الزيادة ويسمى المستقبل acceptor ويعطي متبرعآ يسمى Donere والناتج ATP ,

NADH ..... ويمكن ان يستفيد منها الجسم ؛ لانها تعطي طاقة وان النبات لايمكن ان يستفيد من NADPH الا اذا تحولت بواسطة مركبات (السايتوكرومات) كالحديد وتحوله الى حديدوز والنحاس الى نحاسوز إذ ياخذ هذان المركبان الهايدروجين ويعطيانه الى مركبات اخرى وبالتالي نحصل على ATP .



2H + 2\1 O2 ⟶ H2O

شكل (49) مخطط يوضح دور الاوكسجين في تنفس الثمار وتكوين جزيئة ماء

ان عملية التنفس هي عملية كيمياوية تشمل الاكسدة والاختزال في المركبات، خلال هذه العملية قسم من الطاقة تفقد ولايمكن استعمالها للاستفادة منها بواسطة الخلايا، في الفاكهة والخضراوات الغذاء الذي يستهلك في يتنفس يتم تخزين كامل للطاقة مثل NADH, NADPH , ATP التي يمكنها الانتقال من مكان الى اخر لتقوم بعمل معين عندما وزن جزيئي من الكلوكوز (180غم) يحترق الى CO_2 و H_2O تحرر 686 كيلوسعرة من الطاقة هذه الطاقة لو اطلقت في الحال سوف تكون قاتلة وهدامة للنبات، ولهذا تتحول الطاقة في الخلية ببطء وفي خطوات متسلسلة متلاحقة .

الخطوة الثانية في اعطاء الطاقة تختصر على اختزال NAD وNADP الى NHDH و NADPH واعادة اختزالها مرة ثانية وهكذا .

Electron acceptor القابل الالكتروني يستطيع اخذ الكترونين وطاقة والنتيجة ان NADPH يحوي حوالي 53 كيلوسعرة /mole .

عملية الكلايكولايسس Glycolysis تحدث في سايتوبلازم الخلية ولاتحتاج الى اوكسجين حيث تتم في سايتوبلازم الخلية بغياب الاوكسجين ويلاحظ فيها ثلاث خطوات واضحة ومتميزة .

1- تحضير السكر للتفاعل باضافة الفسفور بعملية تسمى الفسفرة phosphorelation .

2- انقسام السكر السداسي الى جزيئتين Sugar cleavage .

3- اكسدة الاجزاء لتكوين مركبات وسطية في التنفس Pyruvic acid formation .

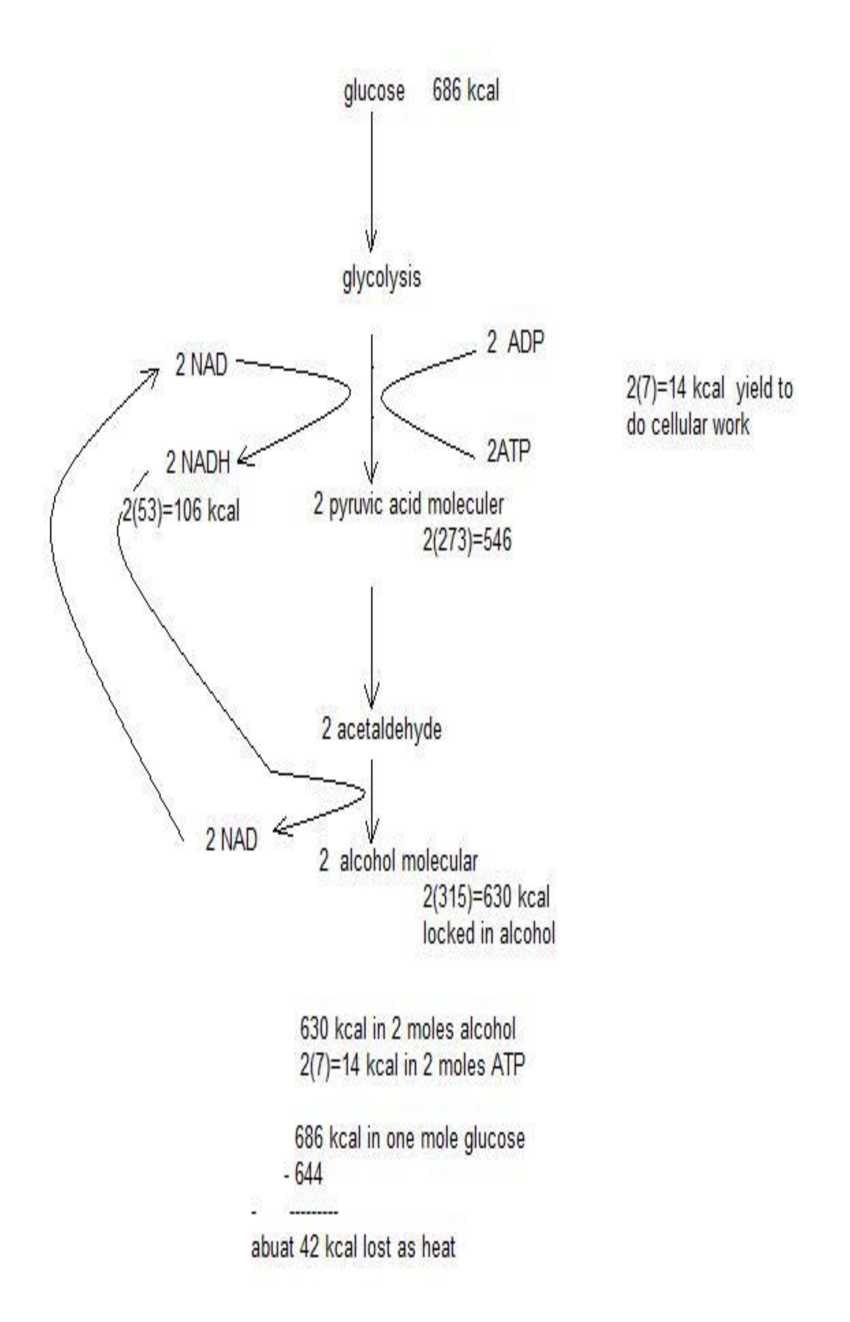
1- ليس هناك اتحاد مباشر بين السكر والاوكسجين لكن يتحد السكر بالفسفور اولا وتسمى العملية اتحاد السكر بالفسفور في التنفسphosphorelation وكباقي العمليات الاخرى في التنفس مسيطر عليها بواسطة الانزيمات وهذه الخطوة تسمى عملية الفسفرة وتحتاج الى

طاقة على شكل ATP ، وعادة هناك خطوتان في الفسفرة تحدث للسكر السداسي ولهذا تحتاج الى 2ATP في عملية الفسفرة .

2- الانزيمات في السايتوبلازم هي التي تقوم بشطر .f-1,6-DiP الى مركبين مختلفين من مركبات الثلاثي الكاربون Triose .

3- المركبات الثلاثية الكاربون triose تتحول من الواحدة الى الاخرى وتتاكسد عبر سلسلة تفاعلات الى pyruvic acid بالرغم من عدم تدخل الاوكسجين في العملية يتاكسد مركب الكاربون الثلاثي يتم بانتقال الكترونين وهيدروجين الى مستقبل الهايدروجين في هذه الحالة NAD وليس NADP وهو المستقبل للهايدروجين قسم من الطاقة في مركب الكاربون الثلاثي تكون بشكل NADH جزئين من ATP تتكون ومجموع ال 4ATP تتحرر .

لو تتبعنا كمية السعرات في جزئ كلوكوز نرى ان 17% فقط استخدمت في تكوين مركبات وسطية 3%ضاعت و 80% باقية ومحتفظ بها في المركب . pyruvic acid



شكل (50) مخطط يوضح الطاقة المتحصل عليها من التنفس اللاهوائي

التنفس اللاهوائي Anaerobic Respiration

يقسم اللاهوائي الى ثلاث خطوات رئيسية :

1- دخول الكاربون في دورة في التنفس

Entronce of carbon in to the organic cycle of respiration

إذ CO_2 يتحرر من pyruvic acid والذرتان الباقيتان من الكاربون تدخلان في دورة الاحماض العضوية organic acid cycle ويتكون NADH .

2- دورة الاحماض العضوية للتنفس

تاكسد المركب الذي يحوي ذرتي كاربون ، يتحرر CO_2 ويتكون NADH وِ ATP و NADPH .

3- Electron transport &terminal oxidation

انتقال الالكترونات والاكسدة النهائية

Co anzyme المختزل يتأكسد، ATP والماء يتكون وجزئ اوكسجين يستخدم .

دخول الكاربون في الدورة العضوية : واحد من اعقد السلاسل التفاعلية في التنفس هو خطوة الاكسدة للحامض pyruvic في هذه التفاعلات عدة فيتامينات خاصة تعمل Co enzyme او جزئ من Co enzyme ، في المراحل الاولى لهذا التفاعل لكل اكسدة لجزئي pyruvic acid يتكون جزئ CO_2 ويتكون الكترونان وذرتان هايدروجين وحوالي 53 كيلو سعرة من الطاقة تتحول الى NAD مكونة NADH والباقي من حامض pyruvic acid هو ذرتان كاربون تسمى جزيئتين acetate fragment ، التي تتحد مع Co enzyme و Co enzyme A على شكل acetyl – Co A في وجود انزيمات خاصة .

عمل Co A له القدرة على استقبال accepting مثل هذا acetyl group له الامكانية على اعطاء (المتبرع به) الى مستقبل اخر عادة acetyle Co A له القدرة على اعطاء actyl group الى oxaloacitic acid في المايتوكوندريا وبهذا ليس هناك اي هدر في الطاقة .

2- دورة الاحماض العضوية

المركب الجديد المتكون من ستة ذرات كاربون هو citric acid الذي يتكسر تدريجيا هذا التفاعل يشتمل على عدة سلاسل تفاعلية، خلال هذه التفاعلات زوج من الالكترونات (ذرات الهايدروجين) تنتقل الى حامل الالكترونات FAD,NAD,Co A, ذرتا CO_2 تتحرر وجزئ oxaloacetic acid جديد يتكون له القدرة على استقبال acetyl group

الطاقة في دورة ATP يتكون ثلاث جزيئات من (NADPH)NAOH وجزئ $FADH_2$ عادةFADH2 و NADH تتحول الى ATP في المرحلة الاخيرة من التنفس .

حوالي 66% من الطاقة في acetyl group يمكن تحويلها الى ATP وNADH هذه تسمى TCA cycle , organic acid cycle , citric A cycle, kreb cycle .

3- انتقال الالكترونات Electron transport

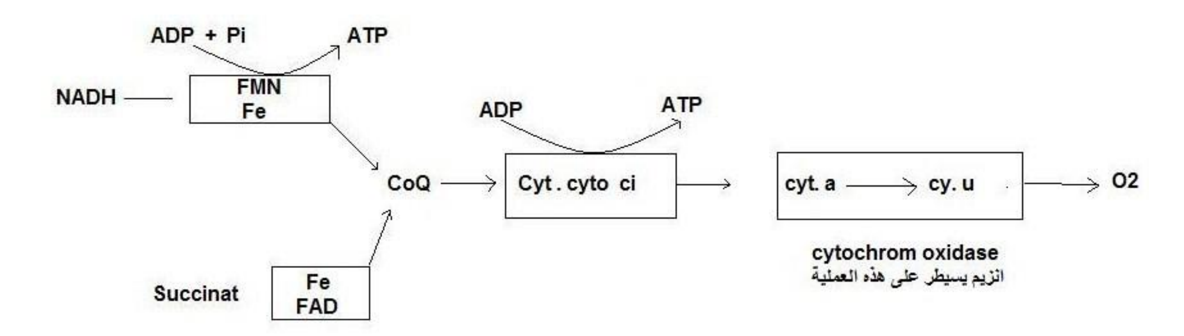
الطاقة الموجودة في النيوكليوتايد NADH عادة لايستخدم مباشرة من قبل الخلية بل NADH يتاكسد خطوة خطوة وقسم من الطاقة المتحررة يمكن حفظها وتحويلها الى ATP

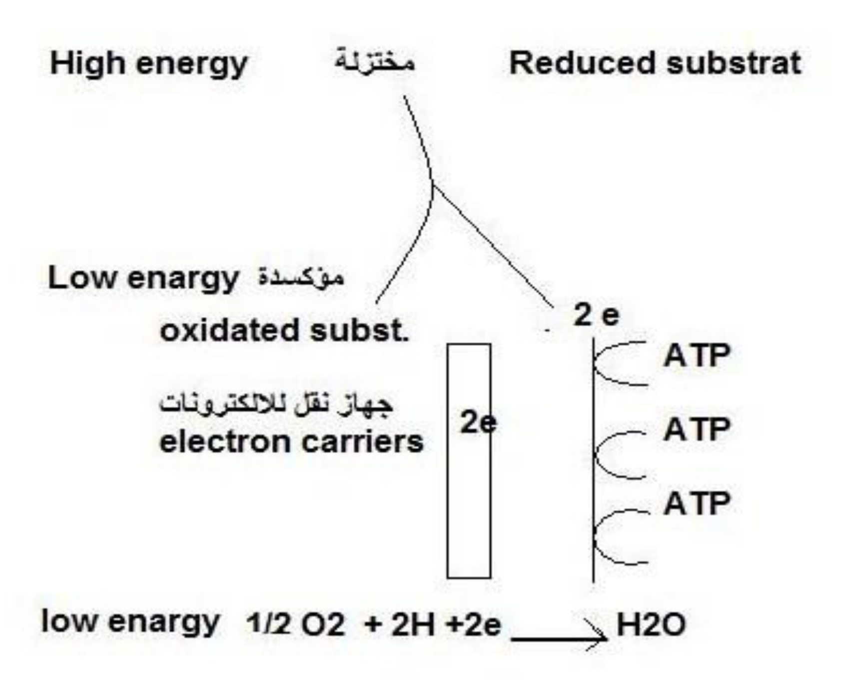
في هذه العملية زوج من الالكترونات تنتقل عبر عدد من حاملات الالكترونات هي سايتوكرومات cytochromes التي تحتوي على الحديد الذي يختزل الى (Fe^{+2}) ferrous حديدوز ويتكون الحديديك ferric (Fe^{+3}) ، الخطوة الاخيرة تخص انتقال زوج من الالكترونات الى ذرة الاوكسجين ، ذرتان من الناتج الخلوي يتحدان من الاوكسجين ويتكون الماء اذا لم يوجد اوكسجين حر طليق في الخلية فان كامل العملية (التنفس) سوف تقف (التنفس الهوائي)

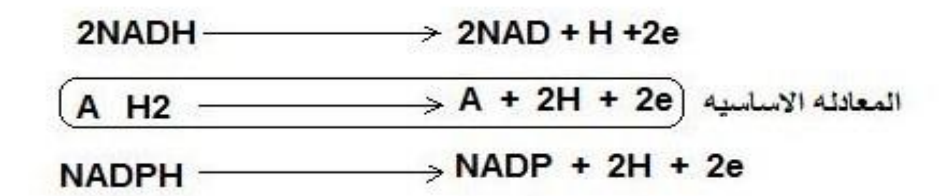
عادة تاكسد جزئ واحد NADH = 3ATP

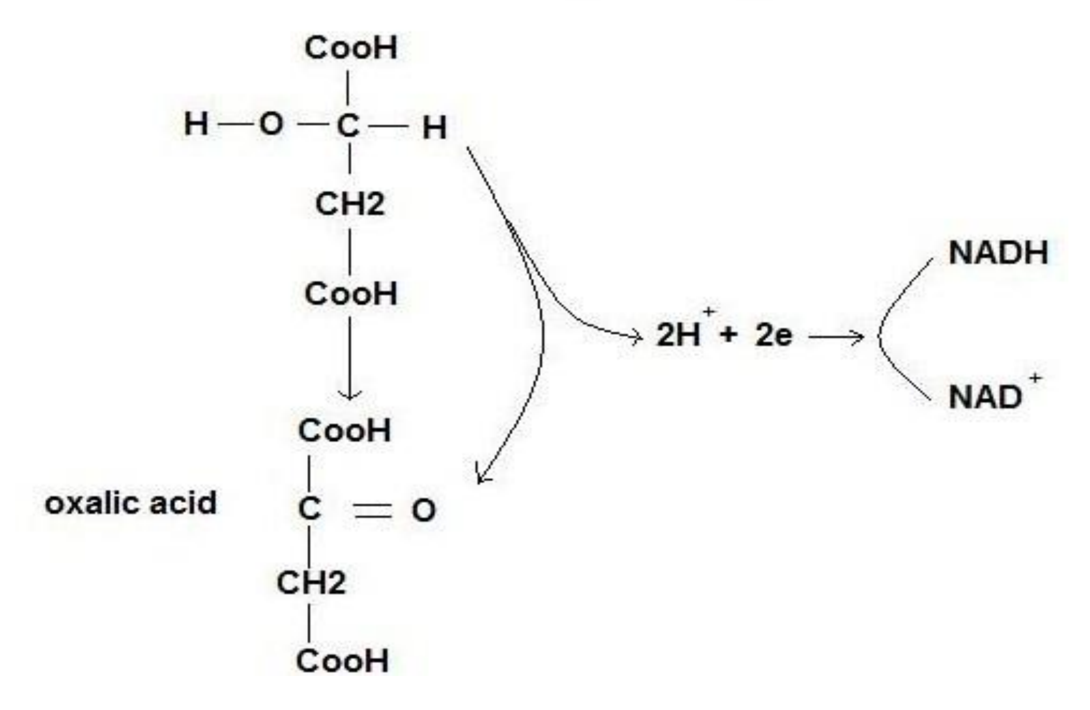
$FADH_2$ = 2ATP

تسمى عملية الاكسدة هذه oxidative phosphorelation 40% من الطاقة المتكونة من جزئ كلوكوز فقط يمكن تحويلها الى ATP

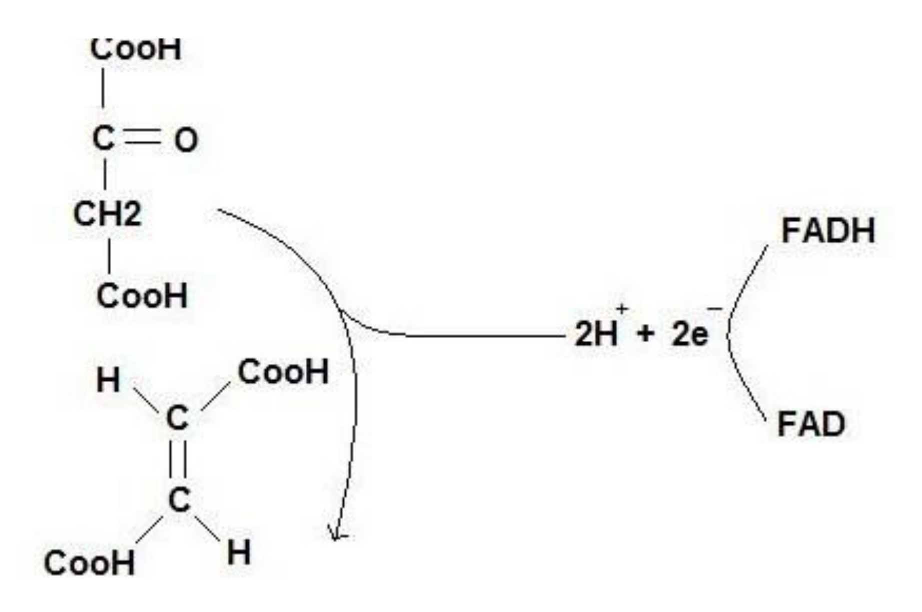


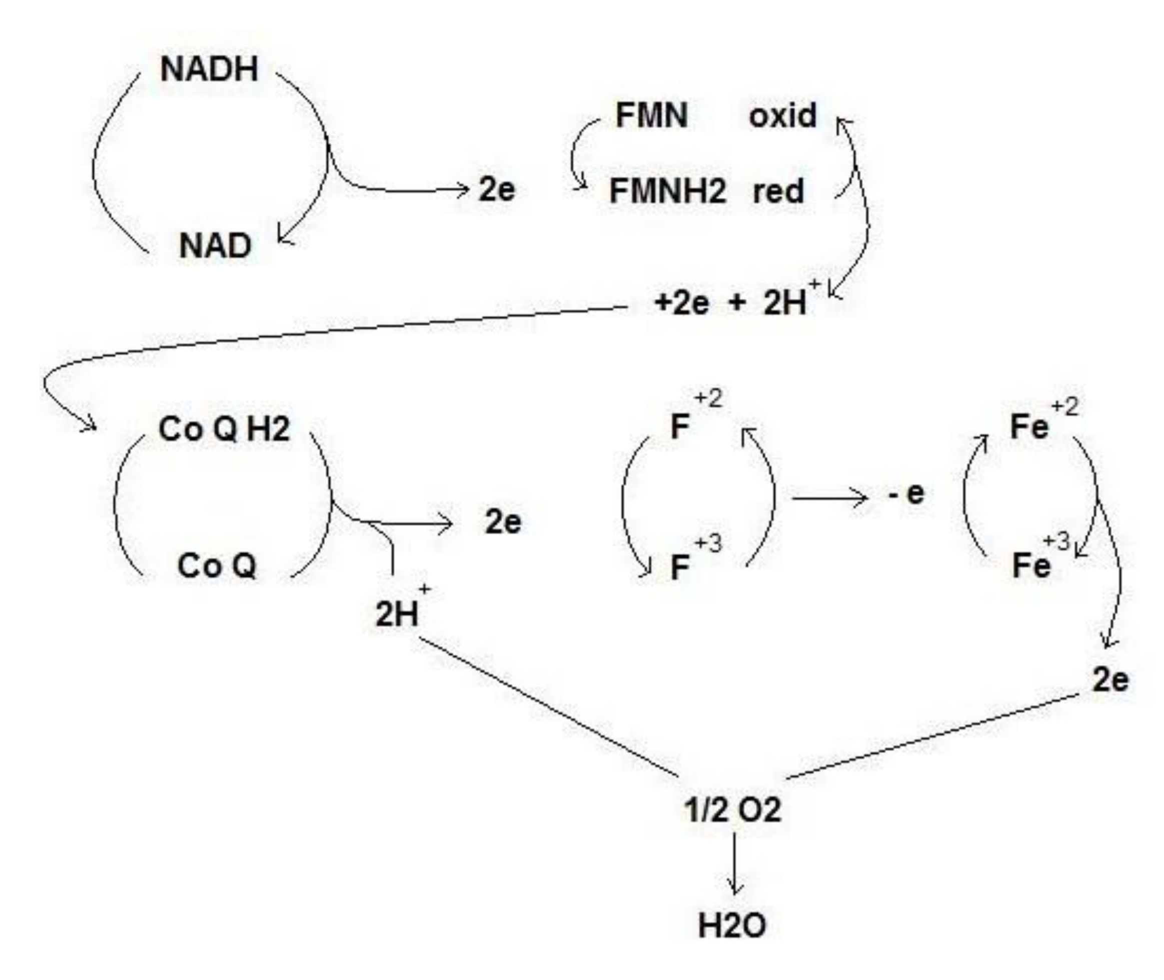




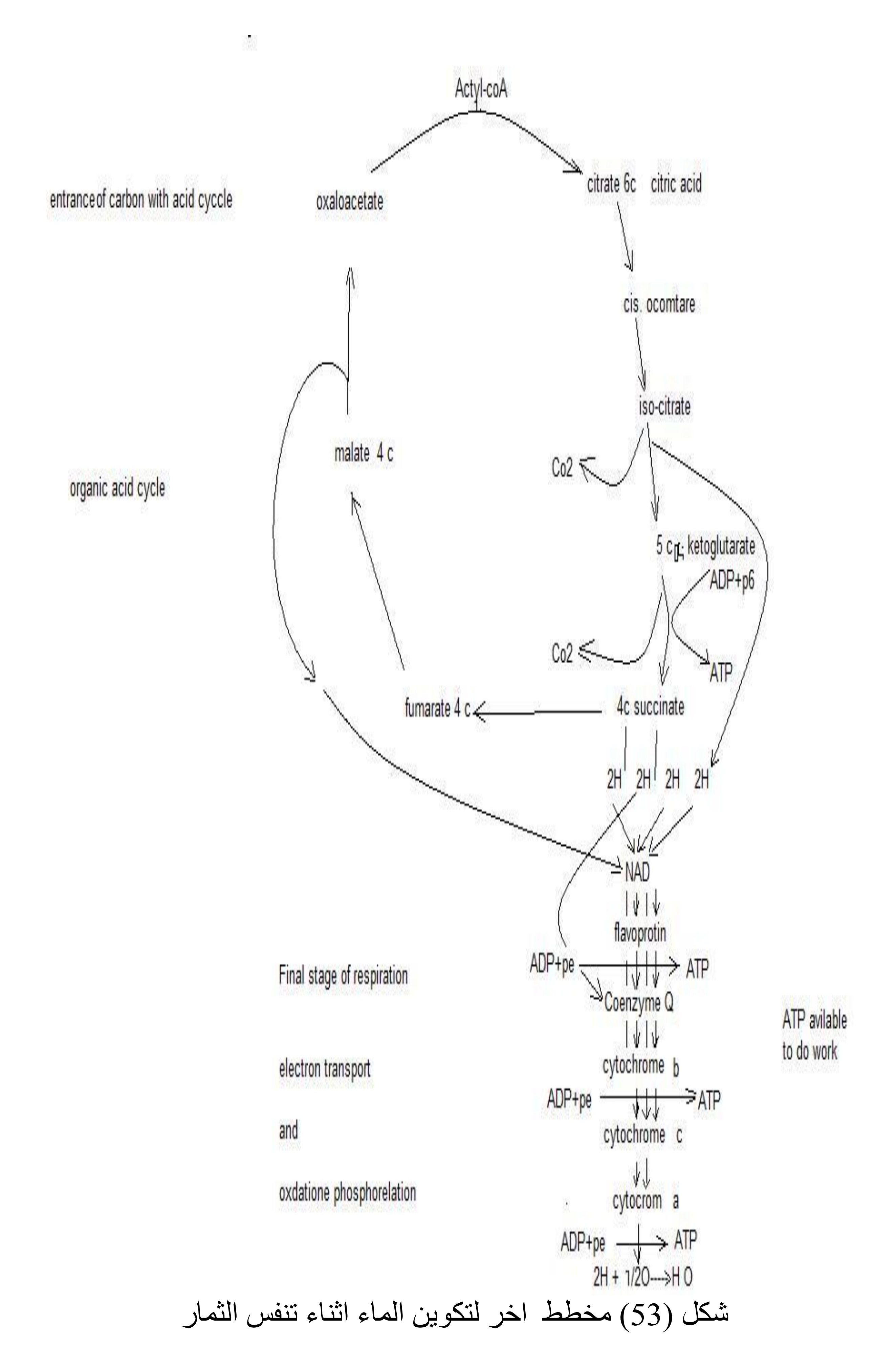


شكل (51) مخطط تكون الطاقة في عملية تنفس الثمار

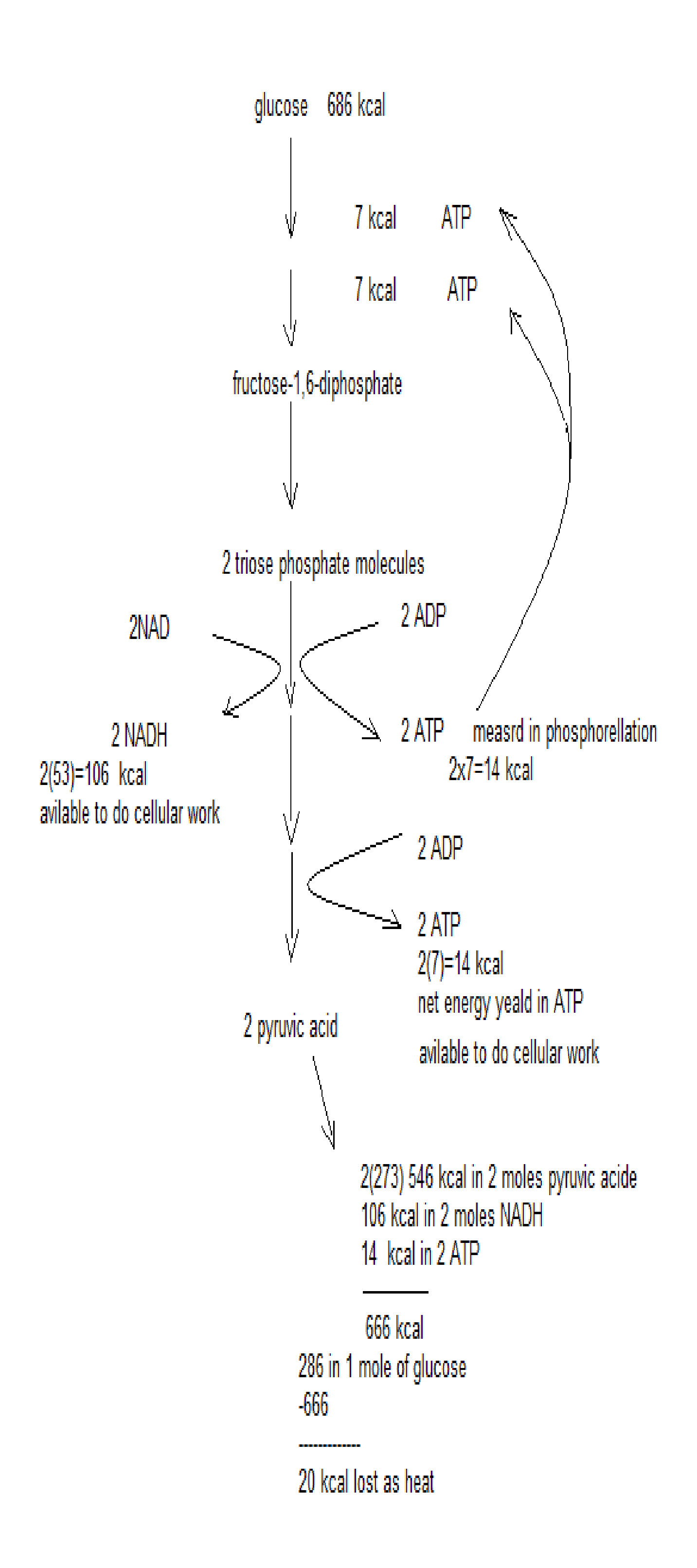




شكل (52) مخطط تكوين جزيئة الماء في تنفس الثمار



شكل (53) مخطط اخر لتكوين الماء اثناء تنفس الثمار



شكل (54) مخطط لتكوين الطاقة في التنفس الهوائي

الفصل السابع

الخزن المبرد للثمار :

مخازن تبريد الثمار تهدف الى حفظ الثمار لحين استخدامها، وان الخزن الناجح يحتاج الى سلسلة مترابطة فيها مخازن مبردة متطورة وتمتد حتى التحميل او الشحن و تكمل شاحنات حتى وصول دورها للشحن و كراسات تعليمية تتضمن افضل الظروف الطبيعية المناسبة لخزن الثمار .

واهم هذه المؤثرات :-

ا- درجة حرارة الثمار .

ب- الرطوبة النسبية للهواء حول الثمار .

ج-تركيب الهواء حول الفاكهة .

درجة حرارة الثمار

درجة الحرارة تعتبر اهم العوامل المؤثرة على نوع الثمار بعد الحصاد و نسبة العمليات الحيوية للثمار مثل التنفس ،النضج ،الفقد الرطوبي و انحطاط الثمار تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة وتقل مع انخفاض درجة الحرارة لذلك التبريد السريع يعني تقليل الفترة الزمنية لعمليات التدهور التي تحدث في الثمار قبل وصولها الى المخازن المبردة ، ان المخازن المبردة لوحدها لاتوفر ذلك مثلا عبوات ثمار الكيوي تحتاج الى 7-10 ايام حتى تبرد من ظروف المحيط في الحقل الى درجة حرارة الخزن 1م في المخازن المبردة .

1- التبريد الابتدائي Precooling

يوصى باجراء التبريد الاولي ، لانه يبرد الثمار قبل مخازن التبريد او عملية الشحن والعمليات الاخرى وتستخدم مختلف تقنات التبريد الابتدائي منها تبريد العبوات بالهواء البارد والمدفوع جبرا Forced –air cooling الذي يعتبر من افضل واوسع طرق التبريد الاولي استخداما في تبريد الثمار ويتم بتكوين ضغط هوائي مختلف متعاكس عند وجهي العبوة يجبر الهواء البارد على المرور خلال العبوة وفوق الثمار او خط البولي اثلين بينما في المخازن المبردة يمر الهواء البارد حول العبوة وليس من خلالها ووقت التبريد 2-15 ساعة وهذا اسرع من التبريد في غرفة التبريد ب 15-20 مرة ،اعتمادا على نوع الثمار ونوع التعبئة ونوع خطوط المواصلات المستخدمة، ان تقنات الهواء البارد المضغوط يستعمل بكثرة في ثمار الكيوي وذات النوات الحجرية والثمار الصغيرة حيث تستغرق عملية تبريد الثمار الى 1م حوالي 5 ساعات لثمار النواة الحجرية و2 ساعة لثمار الشليك و 8 ساعات لثمار الكيوي ،

من المحاسن الاخرى لهذه التقنية انها تجري مندمجة مع عمليات التدريج والتعبئة والخزن، لذلك يكون تسويق الثمار اسرع بعد الحصاد ، مساحات المخازن المبردة المخصصة للتبريد الابتدائي اقل مما تحتاجه المخازن العادية .

ان تقنات التبريد السريع للثمار بالهواء البارد المضغوط يتم في العبوات التي تجهز بمراوح مناسبة ويجب التاكد من ان الهواء البارد لا يمر من خلال الفجوات مابين العبوات، وفي هذه التقنات يمرر الهواء البارد المضغوط بشكل عمودي وليس افقياً خلال الصندوق او العبوة نتيجة ترتيب وضع العبوات بشكل متقابل وترك فتحتين مستقيمتين متطابقتين مع العبوة الاولى والثالثة والخامسة ومتعاكسة مع ترتيب الصناديق او العبوات ان هذا المجال بين العبوات عند فتح المروحة يجعل حركة الهواء الى الاعلى والاسفل خلال الثمار تسهل عملية التبريد وتقلل من تراكم قطرات الماء وتقلل (الطاقة المطلوبة)، وذلك بان يبرد في 1-2 يوم في احسن المخازن المبردة

يبرد بطريقة الهواء البارد المضغوط خلال 4 ساعات او اقل وتعمل في رطوبة نسبية عالية جدا، لانها تحمل البخار من حول الثمار كلها وتمنع تكوين قطرات ماء .

هناك تقنية اخرى تستخدم في التبريد الاولي هي استخدام الماء البارد مع التفريغ (الضغط المخلخل) بسحب الهواء البارد وتستخدم هذه التقنية مع ثمار النواة الحجرية والكيوي ويمكن التبريد الى -5م خلال 20 دقيقة .

2- تنظيم درجة الحرارة Temperature control

ان درجة حرارة الخزن المثالي هي صفر مئوي لاغلب اصناف التفاح و النوات الحجرية وثمار الكيوي .هناك حرارة تنتج من الثمار، فالحرارة الناتجة من ثمار اصناف التفاح عند صفر م هي 6-12 وط/طن والنكتارين ينتج حرارة حوالي watts/Tone 12 و الطماطم حوالي Ton 35 /watts تحت درجة حرارة صفر مئوي .

وهناك طرق اخرى تمر خلالها الحرارة الى المخازن المبردة تؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم المخازن المبردة منها مرور الحرارة خلال المادة العازلة في الجدران ومن خلال السقوف و الارضية و الحرارة المتخللة خلال الابواب وتكاثف البخار ومحركات المراوح والاضاءة و الرافعات و العمال .

ان تقليل هذه الحرارة يقلل من الكلفة ويتم باعتماد العزل الجيد وتصغير الممرات و الابواب واستخدام الستائر على الابواب، ولحفظ الثمار باردة نبعد الحرارة الناتجة من الثمار كما في ترتيب انواع الفرش وعبوات الخزن بشكل تسمح لمرور الهواء الى ابعد مكان لسحب الحرارة ، واذا سدت هذه الممرات للهواء البارد تسببت باضرار البرودة واختلاف عالٍ في درجات الحرارة بين اجزاء المخزن لذا يجب ان تقاس درجة حرارة الثمار بانتظام خصوصا في بداية الخزن في اماكن مختلفة من المخزن المبرد عدة مرات الى ان تستقر درجة حرارة الثمار عند الدرجة المطلوبة ويجب ان تكون

المسافة 200 ملم بين الثمار والسطح العلوي للعبوة لتسهيل حركة الهواء البارد وسحب الحرارة من الثمار.

النقاط المهمة التي نأخذها بنظر الاعتبار :-

1- تنظيم درجة حرارة الثمار حسب مامطلوب وليست درجة حرارة الهواء في المخزن .

2- عدم الاعتماد على درجة حرارة الهواء للحكم على درجة حرارة الثمار.

3- لا احد يعتمد على منظمات درجات الحرارة لوحدها وافضل منظمات درجات الحرارة التي تعطي الدرجة المثلى المطلوبة للثمار .

4- نضبط المحارير Thermometers في بداية الموسم على صفر م بوضعها بخليط من الماء و الثلج .

5- تزويد منظمات الحرارة بجرس انذار ينطلق بدرجة مئوية واحدة تحت الصفر المطلوبة لتجنب انجماد الثمار اذا تعطلت المنظمات لسبب ما.

الرطوبة النسبية Relative humidity(R.H.)

كل المنتوج الطري يفقد ماء، لذلك يقل وزنه بعد الحصاد وعموما عندما يصل الفقد بالوزن 3-8% تظهر علامات الذبول وتجعد جلد الثمرة ويعتمد سرعة فقدان الرطوبة على عدة عوامل اهمها درجة الحرارة لاسيما درجة حرارة الهواء حول الثمار وكلما ارتفعت درجة الحرارة ازدادت قوة التجفيف .

ان حرارة لحم الثمار يعتمد على حرارة الهواء حول الثمار وسرعة التبريد مطلوبة لتقليل الفقد بالوزن الذي يعزى الى الفرق بين درجة حرارة المنتج والهواء ، سرعة حركة الهواء وتركيبه ونوع الثمار تؤثر على فقدان الرطوبة النسبية الى الهواء حول الثمار، ويعد الهواء الجاف من العوامل

المهيمنة على فقدان الوزن وافضل ما يقام به هو سرعة تبريد الثمار ثم خزنها في رطوبة نسبية عالية تزيد عن 90% .

افضل مخازن التبريد خلال الانتاج الواسع تعمل في مناطق رطوبة نسبية 65-85% ويمكن التاكد من فقد الوزن قبل ظهور علامات فقدان الوزن على الثمار باخذ 1-5كغم ثمار من المخزن المبرد وقياس وزنها بانتظام ،والمقارنة بين الفقد بالوزن في الثمار تحت حالات مختلفة في صفر مئوي و100% RH يكون فقدان الوزن قليل جدا لكن في صفر م و 80%RH يزداد الفقد بحدود 12 مرة اسرع ويزداد الفقد في الظروف البيئية العادية الى 100 مرة اسرع مما لو خزنت الثمار في مخازن مبردة مناسبة ورطوبة نسبية ملائمة وقد وجد ان الفقد في بعض انواع الثمار مثل ثمار الكيوي عند خزنها على صفر م ورطوبة 98-100% ووضع الثمار في اكياس نايلون او صناديق او .C.A فان مقدار الفقد 1% خلال 3-6 اشهر ، وعند صفر م و 95% رطوبة نسبية مع تبريد الهواء يكون الفقد 1-1,5% شهريا ، وعند صفر مئوي و 70% رطوبة نسبية والخزن في مخازن مبردة يكون الفقد 1% اسبوعيا .

الفقد في ثمار التفاح يكون اقل من هذا، اما في ثمار النواة الحجرية يكون الفقد اكبر من هذا عند خزنها تحت نفس الظروف وتستخدم بعض العمليات لتقليل الفقد الرطوبي منها .

1- استعمال البولي اثلين او الكارتون في صناديق التعبئة .

2- تغليف عبوات الخزن بالبولي اثلين في مخازن التبريد وتبريد الثمار قبل ادخالها المخازن المبردة وضبط درجة حرارة المخزن

3- استعمال مايسمى بالخيمةTentوالتي يمكن بنائها من البولي اثلين 75 مايكرون وتنشر على هيكل حديدي او خشب من الجهة العليا وينشر البولي اثلين الى الجوانب حتى الارض ويدور الهواء داخل هذه الخيمة باستعمال مروحة .

4- ترطيب اضافي باستعمال النوزلات او بخار الماء ولو ان هذه الاجهزة لاتعطي درجة من القناعة بحيث تصل الى اكثر من 90% RHعند صفر مئوي .

5- استخدام اجهزة التبريد air wash التي تنتج 95 % RH وهناك عدة انواع من هذه الاجهزة تعمل على قاعدة تبريد الهواء بالماء البارد حيث يدور الماء البارد ويمر خلال اكبر مساحة ممكنة ويمر من خلال النوزلات اجهزة الرش لكن هذه التقنية تبرد الى 1م لان الماء يتجمد عند صفر مئوي لذلك يضاف قليل من المواد الكيمياوية الى الماء لمنع انجماده .

الخزن المبرد لفاكهة النواة الحجرية:

ان اساس الخزن المبرد للثمار في المخازن المبردة متشابه لجميع الثمار . اختلاف درجات الحرارة ، الرطوبة النسبية ، المحيط الغازي وهذا ماتحتاجه الثمار عند الخزن لكن اهمها درجة الحرارة ، المخازن المبردة تستخدم لزيادة عمر الثمار والمحافظة على نوعيتها وتعتبر درجة الخزن 1م هي درجة حرارة الخزن المثالية اقل منها تؤثر على الثمار وتقلل عمرها الخزني لذلك هناك احتياج مقنع لخزن ثمار ذات النواة الحجرية هي

1- درجة حرارة خزن الثمار صفر مئوي 2- رطوبة نسبية عالية حول الثمار بحدود 90-95% لذلك يدرس كل من تاثير درجة الحرارة والرطوبة النسبية .

1- تاثير درجة الحرارة

درجة الحرارة تؤثر على كل العمليات الحيوية كالتنفس والنضج وفقدان الرطوبة وتلف الثمار (الانحطاط)،التنفس يتضمن اخذ الاوكسجين من الهواء للاكسدة او لربط السكر لتكوين CO_2 وبخار الماء وحرارة (طاقة) وخفض درجة الحرارة يقلل من تنفس الثمار وينتج عنه تاخير عمليات انحطاط الثمار .

النضج Ripening زيادة درجة حرارة الخزن يعني زيادة عمليات النضج وزيادة الفقد الرطوبي من الثمار، الذي يسبب الذبول ويشوه بشرة الثمرة التي تعتبر في هذه الحالة متضررة وتفقد الثمار من وزنها، وحفظ الثمار مبردة في محيط رطوبي عالٍ يقلل من الفقد الرطوبي ،

الانحطاط (التلف) Decay يحدث بسبب الاحياء المجهرية الموجودة او المتعايشة على سطح الثمار وتؤثر على العمليات الحيوية للثمار ، خفض درجة حرارة الخزن تقلل من انحطاط الثمار لكن لايمكن التخلص منه كليا ويمكن اتباع نظام المكافحة للتخلص منها وعموما زيادة درجة حرارة الخزن 5-10م يضاعف من سرعة تنفس الثمار ويزيد من انحطاط الثمار

Decay وعمليات نضج الثمار تقريبا الى نصف عمرها الخزني مثال خزن ثمار الكيوي (Kiwi fruit) على 2م يقلل من عمرها الخزني بحدود شهرين .

2- تاثير الرطوبة Effect of Relative humidity

الفقد الرطوبي يقترن بتغيير درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الثمار وسرعة الهواء والرطوبة النسبية هي العامل الرئيسي، ويزداد فقدان الوزن مع انخفاض الرطوبة النسبية اقل من 100%، ويبين الجدول التالي فقدان الوزن في ثمار فاكهة النواة الحجرية عند درجة حرارة خزن صفر مئوي إذ يظهر الذبول على الثمار بعد فقدان حوالي 3-4% من وزنها:-

R.H.	weight loss % per week
90	1
60	3.5

كيف نبرد الثمار How fruit cools

فقدان الوزن يقترن بتغيير درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الثمار وسرعة الهواء والرطوبة النسبية وهي العامل الرئيسي وفقدان الوزن يزداد مع انخفاض الرطوبة وتبريد الثمار والاحتفاظ بها باردة هو ازالة حرارة الثمار وتنتقل الحرارة بالهواء الموجود بالمخزن المبرد الى المبخر evaporator والهواء في المخزن يدور باستمرار حول مصدر الحرارة بحركة حرة ، ليصل الى كل اجزاء المخزن المبرد ويزيل الحرارة من اي مصدر لها وهي الثمار ، وكل مخزن يصمم ليكون ملائماً للغرض ويتكون من طبقات محشوة او صناديق مرتبة بشكل خاص والفكرة ان يترك فراغاً للهواء على الاقل 150 ملم يكون مناسباً لتدفق الهواء بين الممرات و 75 ملم بين وجهين و200 ملم بين البليت pallets والجدار ويترك فراغاً

لرجوع الهواء ، الثمار المخزنة على 1م لها طبقتان من الممرات التي تحصر جريان الهواء ، والصناديق يتدفق الهواء خلال قاعدتها ولايكون هناك ضرورة لفجوات بين الصفوف واذا انسد تدفق الهواء في اي مكان، فانه يعيق دورانه؛ ويتسبب فرق في درجات حرارة المخزن التي تؤدي الى اضرار البرودة ويتاكد العامل من الحصول على افضل تنظيم لدرجة الحرارة من خلال قياس درجة حرارة الثمار، والتاكد من عمل المخزن المبرد وازالة الثمار المتضررة او مايعيق تدفق الهواء البارد ودورانه مما يؤثر في درجة حرارة الثمار .

توزيع درجات الحرارة قياسها و تنظيمها

Temperature distribution, measurement and control

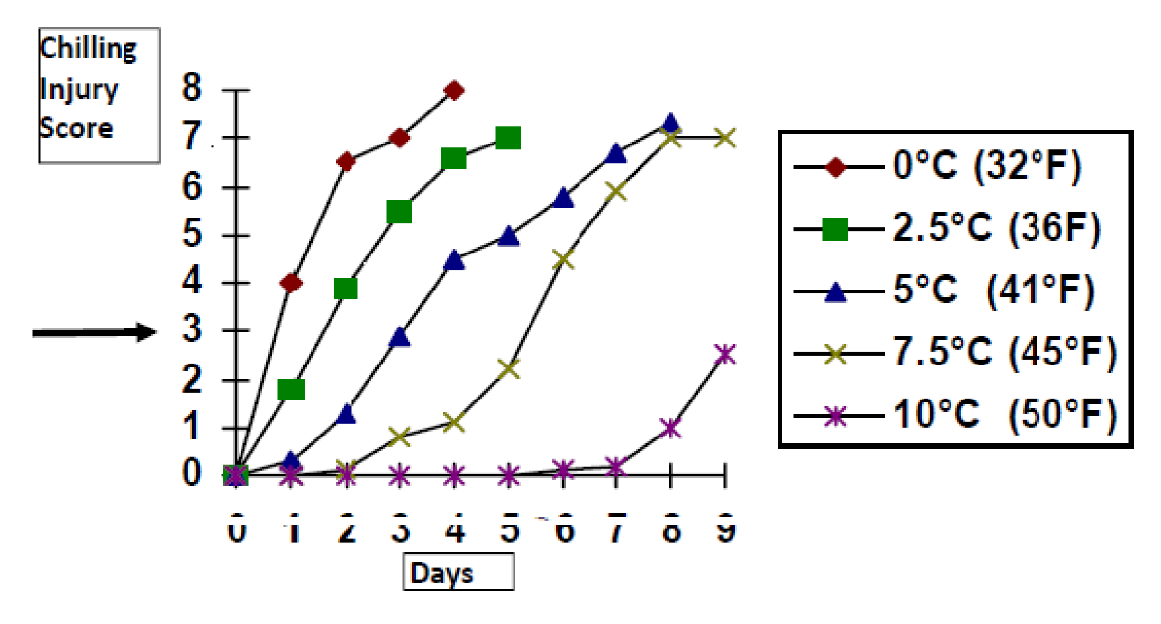
توزيع درجات الحرارة في افضل المخازن المبردة يعتمد بشكل رئيسي على دوران الهواء لتبريد الثمار ، قياس مثالية التبريد يتم بقياس درجة حرارة الثمار في اماكن مختلفة من المخزن ونتذكر النقاط التالية .

ا- تنظيم درجة حرارة الثمار لا درجة حرارة الهواء في المخزن المبرد .

درجة حرارة الهواء توازي درجة حرارة الثمار الى حد بعيد ويمكن قياس درجة حرارة الثمار بادخال مسمار الى داخل الثمرة واخذ درجة الحرارة او قياس درجة حرارة الهواء بجانب الثمار .

ب- لايعتمد فقط على وضع منظمات الحرارة الثرموستات Thermostat لوحدها وافضل الثرموستات هي التي تحافظ على درجة حرارة مثلى للثمار وتنظم دائما مع درجة حرارة الثمار المطلوبة ، التوصيات هي ان تقاس درجة حرارة الثمار يوميا في ستة مواقع من المخزن الى ان تصل الى الدرجة الحرارية المطلوبة ثم تستمر القياسات مرتين في الاسبوع طوال الموسم وتوضع ثرموستات رئيسية واخرى للضمان اذا فشلت المنظمات الرئيسية في قطع التيار فان المنظمات الثانوية تقطع التيار وتمنع انجماد الثمار وتنظم على درجة حرارة واحدة اقل من درجة حرارة خزن الثمار

فاذا كانت درجة حرارة خزن الثمار صفرآ فان المنظمات الثانوية على درجة مئوية واحدة اقل منها ، ويمكن تنظيم درجة الحرارة باحواض الثلج او الاجهزة الالكترونية ويمكن عمل تنظيم لدرجة الحرارة بمزج مسحوق من الثلج وملء فراغاته الهوائية يعطي قراءة صفر م ± 0,1م



شكل (55) تاثير درجة حرارة الخزن على ثمار الطماطة

ج- تنظيم الرطوبة النسبية Relative humidity control

افضل المخازن المبردة عند التبريد تكون الرطوبة النسبية فيها 65-85% الى 90% او اعلى وهذه ضرورية عند خزن ثمار النواة الحجرية ، ويمكن الحصول على الرطوبة النسبية من خلال.

1- الخيمة Tent system وتستخدم لتنظيم الغازات في مخازن CA .
2- ترطيب اضافي .

3- اجهزة مختلفة الانواع . ان جهاز الخيمة بسيطة ورخيصة وتنصب بطريقة تناسب مخازن CA مع تحريك الهواء داخل الخيمة ، والخيمة يمكن

ان تصنع من البولي اثلين إذ ينشر على هيكل خاص من الجهة العليا للهيكل ثم تتدلى الى الاسفل حتى الارض ويترك فراغ حوالي نصف متر بين الخيمة والجدار الخارجي لحركة الهواء ويمكن استخدام الخيمة حسب الحجم المطلوب .

هناك عوائق لعملية الترطيب الاضافية كتكوين الضباب في النوزلات وحدوث قطرات ماء وتحتاج الى صيانة اضافية، ولاتوجد ضمانة لتكوين رطوبة اعلى من 95% عند الصفر المئوي لانها تسبب مشاكل لعمل اجهزة التبريد كما ان اجهزة التبريد تولد رطوبة 95% في كلفة عالية عند الخزن ويمكن اضافة الرطوبة الى المخزن عن طريق ترطيب ارضية المخزن .

نسبة تحميل الخزن Loading rate of stores

اذا لم يجرى التبريد الاولي فانه يخصص مخازن خاصة للتبريد ويضاف لها تحميلاً اضافياً ، ان فتح الابواب اثناء العمل يجب ان يكون في الحد الادنى لانه يضيف تحميل اضافي نتيجة دخول الهواء الحار من الابواب واذا تركت الابواب مفتوحة قد يؤدي الى تجمد ملفات التبريد وتكوين الثلج الذي يقلل من كفاءة اجهزة التبريد بتقييد حركة الهواء ويقلل من نقل الحرارة ويمكن لف البلاستك على انابيب التبريد لمنع التجمد والحفاظ على درجة الحرارة .

التبريد بالهواء المضغوط Forced air cooling (Pressure cooling)

التبريد بالهواء المضغوط يتم بتكوين اختلاف في ضغط الهواء يجبر الهواء البارد من التغلغل بين صفائح التبريد ليدفع الهواء الى الرجوع إذ يعرض اكبر مساحة ممكنة للتبريد لغرض سرعة التبريد ان التغليف بالكارتون او البولي اثلين عند مرور الهواء البارد فوقه فانه يزيد التبريد اكثر من 20 مرة مقارنة بالمخزن المبرد العادي، لان الهواء البارد في غرف التبريد يدور حول المركز وليست من خلال العبوات وان الصفائح

توضع في صفين وتترك بينهما مسافة قصيرة وتوضع مروحة تضخ الهواء داخل العبوة او الصندوق المغلف بالبولي اثلين ويعمل تيار بين الصفائح عند عمل المروحة، ويدخل الهواء البارد الى كل الفراغات ليبرد كل مافي العبوة ، ان مرونة الصفائح تكون مناسبة لضغط المروحة وتثبت بشكل خاص وتوضع سنادات للمروحة من شرائح الخشب لتسمح بحركة الهواء ، ان تقنات الهواء البارد المضغوط تبرد الثمار بسرعة في اقفاص الخزن وتثقب صناديق الخزن بثقوب تلائم عملها ان التبريد بالهواء المضغوط يركب بطريقة تلائم المخازن حسب الطلب الخاص لعمليات التبريد وعند التبريد بالهواء البارد المضغوط تؤخذ بعض الملاحظات منها :-

1- أن تكون سعة مخازن التبريد كافية .
2- أن يكون الهواء من المروحة مباشرة باتجاه المبخرة (المبردة) .
3- استخدام ضغط مناسب واي تهدل او انسداد الممرات يقلل كفاءة التبريد .

محاسن التبريد بالهواء المضغوط

1- يقلل مدة التبريد .

2- يسرع التبريد بالهواء المضغوط في التعبئة والتدريج وعمليات الخزن مباشرة عندما تكون صناديق التبريد قد بردت .

3- التاكيد على أن الكل يجب ان يبرد قبل دخول المخزن .

4- سرعة تصدير الثمار بعد الحصاد .

بعض الصفات او الملاحظات الطبيعية عن ثمار النواة الحجرية 1- درجة انجماد الثمار ذات النواة الحجرية حسب النوع والصنف، لكنها اعلى من 0,8م 2- مدة تبريد ثمار النواة الحجرية كما مبينة في الجدول :-

جدول (22) مدة تبريد ثمار النواة الحجرية

	الخزن العادي في البستان In agood orchard stor cfm/ib fruit	التبريد بالهواء المدفوع جبرا forced-air cooling at on air flow 0.7
فترة Exposed fruit بقاء الثمار	Few hours	-
Bins	1-2 day	5 hours
Pallets of packed fruit with out polyethen liners	5 day	6 hours

أضرار البرودة في المحاصيل الاستوائية وشبه الاستوائية

Alleviation of Chilling Injury in Tropical and Subtropical Fruits

المقدمة : INTRODUCTION

معظم الفاكهة ذات الأصل الاستوائي وشبه الاستوائي هي حساسة للبرودة ،حيث تصاب هذه المجموعة بأضرار البروة عند التعرض لدرجات حرارة اقل من 10-15م لكن فوق درجة الانجماد الخاصة بها محاصيل المنطقة المعتدلة أيضا"عرضة لدرجات الحرارة المنخفضة لكن درجة العتبة هي من 5-10م ،حيث أن الأنسجة تضعف وتصبح غير قادرة على تحمل عمليات التمثيل الغذائي الطبيعية بمختلف التعديلات الفسيولوجية والبايوكيميائية والتحلل الخلوي يكون ناتج عن الاستجابة لإجهاد البرودة، تشمل هذه التغيرات زيادة في إنتاج الاثلين، زيادة معدل التنفس، تعطل بعض الإنزيمات وتحلل الأغشية اذا استمر جهد البرودة لفترة طويلة يؤدي إلى تطورات مختلفة من أضرار البرودة مثل التفسخ وتحول لون لب الثمرة

أعراض أضرار البرودة

CHILLING INJURY SYMPTOMS

ألإعراض العامة لأضرار البرودة في مجاميع المحاصيل البستنية الاستوائية وشبه ألاستوائية وهي التنقر، تغيرا للون ، التحلل الداخلي والتفسخ تطور هذه ألأعراض لا يعتمد فقط على النوع ولكن أيضا"على درجة النضج ، نوع الأنسجة وعوامل البيئية ان تنقر السطح هو الشكل الأكثر وضوحا"لأضرار البرودة في العديد من الثمار الاستوائية وشبه الاستوائية وللخضر أيضا" التنقر يمكن إن يحدث في ثمار الحمضيات ، القرعيات ، باذنجان ، الرقي ، الباميا والبطاطا ان الفشل في الوصول إلى

النضج يعد من أضرار البرودة الأكثر شيوعا" في الفاكهة الاستوائية وشبه الاستوائية ، من الأعراض الأخرى التي يمكن أن تحدث احمرار البشرة الداخلية في الموز وتلطخ الأغشية في الليمون وكذلك الاحمرار في البطاطا

العوامل المؤثرة في سهولة حدوث أضرار البرودة :

العوامل المؤثرة في سهولة حدوث أضرار البرودة تتضمن ألأصل للمجموعة ، طور النمو أو النضج ، التركيب الوراثي للمجتمع، الحالة الايضية وعدد من العوامل البيئية مثل الحرارة ، الضوء ، الرطوبة النسبية وتركيب الغلاف الجوي. أصل المجموعة والتركيب الوراثي للمجتمع يحدد الحساسية والمقاومة لانواع أضرار البرودة . مرحلة النضج تؤثر أيضا"على المقاومة والحساسية حيث أن الرقي والافوكادو والطماطة تكون أكثر عرضة عندما تكون أقل نضجا". الحالة الايضية والتركيب الكيماوي للأنسجة يمكن أن يؤثر في مقاومة أضرار البرودة، حيث أن الأنسجة المقاومة للبرودة تكون ذات تشبع بألاحماض الدهنية في الأغشية مقارنة بألانسجة الحساسة. ألظروف العالية من اختزال السكر والبرولين كذلك يوجد حالة من التلازم ألايجابي لمقاومة أضرار ألبرودة . معظم العوامل ألبيئية مثل ألحرارة تعتبر من أكثر العوامل تأثيرا" في شدة أضرار ألبرودة ، الضوء يمكن أن يؤثر في التحسين من أضرار البرودة تحت بعض ألظروف . التركيب الضوئي المستحث للبرودة يرتبط بمرافقات البروتين للنظام الضوئي الثاني الذي يكون ألحدث الرئيسي للضرر المستحث للضوء. الرطوبة النسبية في ظروف المخزن يمكن أن تؤثر في شدة أضرار ألبرودة ، عموما"أضرار البرودة تكون أكثر شدة تحت الرطوبة النسبية المنخفضة مقارنة بالرطوبة العالية.

استجابة الثمار الاستوائية وشبه الاستوائية لاضرار التبريد :

RESPONSE OF TROPICAL AND UBTROPICAL FRUITS TO CHILLING TEMPERATUR

التعرض المطول للمحاصيل الاستوائية وشبه الاستوائية لدرجات حرارة منخفضة تؤدي إلى حدوث تاثيرات مختلفة من التغيرات الفسيولوجية والبايوكميائية والتي بدورها تؤدي إلى حصول أعراض أضرار البرودة . هناك نظريتين توضح كيفية ان درجات الحرارة المنخفضة مسؤولة عن الاستجابة المختلفة لاضرار البرودة ، النظرية الاولى تقترح ان هناك استجابة اولية موحدة لكل الانواع الحساسة لدرجات الحرارة المنخفضة ،هذة الاستجابة الرئيسية تؤدي الى حدوث أضرار ثانوية بدورها تتطور الى انواع مختلفة من أعراض أضرار البرودة ، اراء عديدة تقترح انه من المحتمل ان تغير في حركة او تركيز المواد المنظمة للانزيم ، التغير في تركيز الكالسيوم وبعد التعرض المطول للدرجات الحرارة المنخفضة يؤدي الى حدوث اضرار اخرى مثل سلامة الاغشية ، تسرب المواد ، انخفاض في فعالية المايتوكندريا ، زيادة في أنتاج الطاقة ، توقف الجريان البروتوبلازمي ، تراكم المواد السامة وتحفيز أنتاج الاثلين وبالتالي زيادة في التنفس وتطور اعراض اخرى . المفهوم الثاني يأتي من فكرة ان اضرار البرودة تنشأ من استجابات متعددة للدرجات الحرارة المنخفضة . بسبب تنوع الثمار الاستوائية وشبه الاستوائية والخضروات في التركيب ، والتعبير عن أضرار البرودة . من الصعب الاعتقاد ان الاستجابة الاولية المفردة يمكن ان تنجز او تحدث مدى واسع من أضرار البرودة . لذلك المفهوم الثاني يقترح ان هناك استجابات متعددة على مدى واسع من الضروف .

التخفيف أو ألتقليل من أضرار البرودة في الثمار الاستوائية وشبه الاستوائية :

أن الهدف الرئيسي لدراسة أضرار البرودة هو إيجاد تقانات فعالة للتقليل من هذه الاضرار اما بزيادة المقاومة او بإعاقة تطور الأضرار من خلال التكيف لدرجات الحرارة العالية أو المنخفضة ، التدفئة المتقطعة ، السيطرة على ظروف المخزن واستخدام المواد الكيميائية ومنضمات النمو.

التكيف لدرجات الحرارة :

1-الحرارة المنخفضة : أن تعرض الثمار الى درجات حرارة أعلى من الحد الحرج للبرودة يزيد من تحملها للبرودة أثناء الخزن على درجة حرارة منخفضة ويؤخر حدوث أضرار البرودة وهناك العديد من التطبيقات المستخدمة للتقليل من خسارة الأغشية الدهنية وزيادة نسبة السكر والبرولين ، الإبقاء على مستويات عالية من البولي أمين والالديهايدات طويلة السلسلة وزيادة نسبة الحوامض المشبعة كل هذه التعديلات تساهم في زيادة التحمل لدرجات الحرارة المنخفضة خاصة"في الخيار ، باذنجان ،الليمون ، الكريب فروت ، البطيخ والفلفل الحلو.

2-درجة الحرارة العالية : أن التعرض الى درجات حرارة أعلى من 35م يمكن ان يخفض من اضرار البرودة لبعض المحاصيل ، حيث من المفترض التعرض لواحد من أنواع الضغط أو الجهد يعطي بعض عوامل الحماية ضد الانواع الاخرى من الجهد . المعاملة الحرارية يمكن ان تطبق من خلال اسقاط ماء حار اوهواء حار او بخار حار. الحرارة العالية يمكن ان تشفي الجروح والكدمات وزيادة تركيز بعض المركبات المضادة الى الفطريات وتزيد الحماية ضد الاسباب المرضية . معاملة الحرارة تزيد نسخ الوزن الجزيئي المنخفض kd17 وصعق البروتين بالحرارة kd70 ، تقليل تكاثف الكروماتين وتحلل m DNA . المعاملة الحرارية في درجة الحرارة

الصحيحة تقلل من أضرار البرودة في كل من الافوكادو ، الحمضيات ، المانكو ، الطماطم والقرع .

التدفئة المتقطعة: Intermittent Warming

تعني التوقف عن تعرض المحاصيل المخزنة على درجة الحرارة المنخفضة لفترة قصيرة من الزمن لمرة واحدة او أكثر خلال فترة الخزن لبعض المحاصيل الحساسة لأضرار البرودة ، لكن بشرط أن تتم هذه العملية قبل اكتشاف الأضرار الناتجة عن الحرارة المنخفضة ، حيث إن الكشف المبكر يمكن من خلال قياس تحفز إنتاج الاثلين او التغير في تحول الأطياف تحت الحمراء ، الرنين المغناطيسي النووي . هناك العديد من النظريات التي تتعلق بآليات التدفئة المتقطعة . أن رفع درجة الحرارة بشكل مؤقت يمكن أن يزيد العمليات الايضية ويعوض النقص الذي حصل أثناء الضرر. حيث يمكن أن يصلح الضرر في الأغشية والعضيات والممرات الايضية ويزيد من تكون الأحماض الدهنية . هذه المعاملة تقلل من أضرار البرودة في كل من الخيار ، ليمون ، كريب فروت ، خوخ،فلفل الحلو والطماطة.

السيطرة على جو المخزن Controlled Atmospheres

فعالية الأجواء المسيطر عليها في المخزن تختلف من فاكهة إلى أخرى، الجو المسيطر عليه قد يكون مفيد أو ضار أو ليس له تأثير في تقليل أضرار البرودة، بعض المحاصيل تستجاب لنقصان تركيز الأوكسجين وزيادة تركيز ثاني وأكسيد االكاربون ، المحاصيل التي يمكن إن تستفيد من الأجواء المسيطر عليها هي الباميا ، الخوخ ، الأناناس ، البطاطا ، الافوكادو والقرع.

التغليف Packaging

ان تغليف ثمار الفاكهة والخضر بواسطة الأفلام البلاستيكية للمحافظة على نسبة الرطوبة والتحوير في نسبة الأوكسجين وثاني وكسيد الكاربون في جو المخزن .حيث يتم الاختزال في فقدان الماء من النسيج لمنع انهيار خلايا البشرة والخلايا التي تحتها ويمنع تكون النقر. التغليف بفلم بولي اثلين يمنع أضرار البرودة في الخيار . تغليف الثمار بشكل منفرد في فلم يزيد من تحمل المحصول لدرجات الحرارة المنخفضة ويقلل من النقر في ثمار الكريب فروت ، التغليف يؤخر ظهور أضرار البرودة في كل من الموز والمشمش واليمون والطماطة.

التشميع والطلاء Waxing and Other Coatings

الشمع لايحسن من مظهر الثمار فقط ولكن يعيق التبادل الغازي في كل من الاناناس والخيار. الزيت النباتي والمعدني وزيت القرطم يمنع من انحلال اللون في ثمار الموز المخزونة على درجة حرارة منخفضة مشابهة فعاليتة فلم التغليف بالتشميع تأتي من خلال التخفيض من خسارة الرطوبة وتعديل الجو داخليا".

التعديل الوراثي Genetic Modification

الاختلاف الوراثي الواسع في النبات يعطي الفرصة لتعديل الحساسية للبرودة بتحويل الجينات المقاومة الى الأنواع الحساسة ، الأنواع فوق خطوط العرض مثل الطماطة والبطاطا تنمو طبيعيا"في الاكوادور والبيرو وتكون اقل حساسية للبرودة مقارنة بالمحاصيل تحت خط العرض ، لذلك هذه الانواع تكون مصدر للجينات المقاومة وإمكانية استخدامها في الهندسة الوراثية . إن عزل الجينات المسؤلة عن المقاومة ونقلها إلى الأنواع سريعة التأثر ويزود من فعالية التقليل من أضرار البرودة .المعلومات الهيكلية لنسخ

cDNA لتشفر mRNA لجينات المقاومة للبرودة اوتستخدم للخريطة الوراثية التقليدية يتطلب التضييق أسفل المورث والمنطقة على الكروموسوم الذي يحمل ميزة المقاومة . تقنية المحسن RNA يقدم تمثيل الجينات المقاومة لاضرار البرودة ، أن نجاح هذه التقنيات الحيوية الجزيئية يعتمد أيضا"على النقل الصحيح من الجينات والتعبير الصحيح للجينات المنقولة.

منظمات النمو والمنتجات الطبيعية

Growth Regulators and Natural Products

منظمات النمو تؤثر في مدى واسع من العمليات الفسيلوجية والحيوية داخل الانسجة النباتية .التغيرات لهذه العمليات تؤدي الى حصول تغير في تحمل أضرار البرودة ، أن المستوى والتركيز لبعض منظمات النمو يمكن ان يؤثر في قابلية الانسجة النباتية على تحمل أضرار البرودة حامض الابسيسك يثبت شبكة الانابيب الدقيقة ويمنع تسرب الايون ويقلل من أختزال الاغشية الدهنية، ويخفض هذا الحامض الاضرار في كل من الكريب فروت والقرع ، المثيل يتكون في بعض النباتات الراقية وله تأثير على بعض العمليات الحيوية وهذه التطبيقات للمثيل تعمل على أختزال أضرار البرودة في كل من الافوكادو وكريب فروت والفلفل الحلو والقرع.

الكالسيوم والمواد الكيميائية

Calcium and Other Chemicals

هناك بعض الارتباطات بين الكالسيوم في الانسجة وقابلية الثمار على مقاومة أضرار البرودة الثمار ذات المحتوى القليل من الكالسيوم في عصيرها تتأثر بنسبة عالية بأضرار البرودة ، فعالية الكالسوم في مقاومة أضرار البرودة تتجلى في الطماطة والخوخ والأفوكادو والباميا، بعض المواد الكيميائية التى تمتلك مضاد تأكسد البروتين تقل من أضرار البرودة

مثالethoxyquin and sodium benzoate تعمل على المحافضة على نسبة عالية من الاحماض الدهنية وبالتالي تختزل أضرار البرودة، المركبات الفعالة ضد التأكسد وتقليل خطر التأكسد والتي تكون فعالة في درجات الحرارة المنخفضة.

أهم أضرار البرودة :

1. عدم النضج :

وفيه لا تكتمل نضج الثمار التي يتم نضجها علي الأشجار ولم تكتسب خصائصها الأكلية ويحدث ذلك في كثير من الثمار التي تجمع قبل حدوث النضج الفسيولوجي مثل ثمار الموز والمانجو والافوكادو وغيرها وذلك عند تخزينها في درجات حرارة منخفضة اكثر من اللازم، ويرجع عدم نضج الثمار إلي تأثير البرودة على تكوين بعض المواد المتطايرة كالإيثيلين ومنع تكونيها وذلك بالرغم من حدوث ظاهرة الكلايمكتريك كالمعتاد ، كما يرجع عدم اكتمال النضج إلى تثبيط نشاط الأنزيمات المتعلقة بتحول المواد المعقدة التركيب إلي مواد أبسط .

2. التحفر أو التبقع :

وهو من الأمراض الخطيرة التي تصيب أنواعا كثيرة من ثمار الفاكهة ويصعب مقاومتها مثل ثمار الموالح أثناء تخزينها على درجات منخفضة عن اللازم (البرتقال 36- 40 °ف ، الليمون الاضالية 32-36°ف ، الجريب فروت 40 °ف) وتظهر أعراض البرودة بظهور حفر صغيرة تكبر في الحجم تدريجيا وتتصل ببعضها في النهاية مكونة رقعا غير منتظمة الشكل ذات لون بني وينحصر وجود تلك البقع المنخفضة في طبقة القشرة المسماه بالفلافيدو وتتكون نتيجة تدهور تلك الأنسجة في المناطق المصابة .

3. الإنسلاق :

هو من أهم الأمراض التي تصيب الثمار في المخازن المبردة وخاصة ثمار التفاح والكمثري وتظهر الإصابة على هيئة رقع أشرطة محددة بنية اللون تظهر على سطح القشرة وحدها أو على سطح القشرة وجزء من اللب وتصاب ثمار الموالح (الليمون الاضالية – البرتقال – الجريب فروت علي

درجة 32°ف) بمرض الإنسلاق ويكون الضرر في القشرة مشابهاً للتحفر لكنة أكثر سطحية ويغطي مناطق كبيرة غير عميقة وتكون ملونة باللون البني .

4. الانـهيار المائي:

أيضا من الأمراض التي تصيب الثمار عند تخزينها على درجات الحرارة المنخفضة ففي البرتقال تصبح القشرة لينة إسفنجية ومائية المظهر ويصيب هذا المرض الجريب فروت والليمون الاضاليا والبرتقال علي درجة 32 °ف كما أنه يصيب ثمار التفاح أيضا وتبدأ الإصابة فيه بتلون أنسجة اللب باللون البني الخفيف الذي يمتد وينتشر تدريجيا وتصبح الأنسجة مائية .

5- الانـهيار الداخلي :

يصيب هذا المرض ثمار الخوخ والتفاح والليمون الاضاليا إلا أن أعراضة تختلف في كل منها ففي الخوخ تفقد الثمار لونها البراق ويصبح اللب جافا دقيقا ذو طعم حامض مر وتصبح الأنسجة الداخلية المحيطة بالنواة مائية المظهر تتلون فيما بعد باللون البني – أما في ثمار التفاح فتدل الإصابة بهذا المرض علي انتهاء حياة الثمار في المخازن وتظهر الإصابة بتلون الأنسجة الداخلية باللون البني ويصبح الجلد قاتم اللون أما اللب فيصبح دقيقا غير مائي .

4 . إسوداد أصابع الموز :

ويصيب الموز عند تخزينة على درجات حرارة منخفضة عن اللازم وتبدأ أعراضة بظهور بقع بنية سوداء تمتد وتنتشر تدريجيا حتى تغطي الثمرة بأكملها .

5- المن الصوفي:

وهو يصيب ثمار الخوخ وفيه تجف الثمرة وتصبح صوفية المظهر جافة اللب ، ويحدث هذا المرض عند تخزين ثمار الخوخ في درجات منخفضة قبل اكتمال النضج .

الخزن بطريقة الهواء المعدل

Control atmosphere storage methods (CA)

استخدم هذا المصطلح لاول مرة، للدلالة على عملية تنظيم كل من غازي الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون في المخازن المبردة، لذلك اطلق مصطلح Gas storage على هذه الطريقة في اول الامر وارتبطت هذه الطريقة الخزنية بكل من العالمين الانكليزيين Kidd & west 1941 في بداية الاربعينيات في محطة خاصة لبحوث الدرجات الحرارية المنخفضة اسمها Low Temperature Reserarch Station ، الا ان هذه الفكرة الغيت (الخزن بالغاز) في نهاية الاربعينات، نتيجة النتائج السلبية التي تم الحصول عليها في التجارب الاولية التي اجريت في هذا المجال .

بعد ذلك اقترح تسمية الخزن في جو الهواء المعدل Control Atmosphere Storage Methods لاول مرة من قبل العالم W.R. Phillips في قسم الزراعة الكندية ويطلق عليها مختصرا بـ CA. لازالت تستخدم كتقنية حديثة حتى اليوم الحاضر.

اما مصطلح الخزن بجو الهواء المحور Modified Atmosphere Storage Methods

فهو مصطلح مرادف لمصطلح الخزن بجو الهواء المعدل لاسيما في الفترة الاولى لاكتشاف طريقة الخزن بجو الهواء المعدل، اي في الاربعينيات اما في الوقت الحاضر فان مصطلح M.A يعني التقنية التي تتعلق بكل الاجراءات التي يمكن ان تتم للثمار اثناء التداول بشكل رئيسي، بمعنى اخر انها تشمل عملية التعبئة واستخدام العبوات على انواعها مثل التغليف الفردي او تغليف العبوة التي تحوي مجموعة من الثمار او تغليف حجم معين من الارسالية pallets cover استنادا الى الفرضية التي تنص على ان الثمرة لابد ان تستهلك O_2 حولها وخاصة المحصور بين الثمرة والغلاف المحيط بها فتقل عملية التنفس، في حين ان تركيز غاز Co_2 سيحدد نتيجة لمعدل سرعة تنفس الثمرة ونفاذية الغلاف المحيط بهذه الثمرة كما ويمكن ان يتاثر

بدرجة حرارة المكان وبمدى احكام هذه الطريقة كما استخدمت تقنية M.A في عمليات الشحن سواء كانت بالطائرات او القاطرات او السيارات، على هذا الاساس فان نظرية الخزن في جو هوائي محور تقوم على عدة عوامل منها استخدام التغليف الصحيح ودرجة الحرارة ومرحلة النضج زيادة على الظروف البيئية الاخرى المحيطة بالثمرة، وسوف تؤثر هذه العوامل مجتمعة او منفردة في الوصول الى تركيز مثالي لكل من CO_2 , O_2 وصولا الى المحافظة على نوعية الثمرة لاطول فترة زمنية ممكنة .

عند دراسة تقنية تاريخ استخدام تقنية الخزن بـ CA نلاحظ ان النجاح في الخزن التجاري الذي تم تحقيقه في الاربعينيات والخمسينيات كان اكثر في ثمار الفاكهة مقارنة بالنتائج الي تحققت عند خزن الخضراوات بنفس الطريقة، لاسباب منها ان ثمار الخضراوات يختلف اساسها النباتي باختلاف الانواع النباتية فقسم منها قد يكون النوع النباتي اصله ورقي، كما في اللهانة والخس والسلق والسبانغ والمعدنوس، او قد يكون اصلها ثمرة تنتج من زراعة البذور كما في حالة الطماطم والفلفل والخيار والباذنجان، او قد يكون برعماً زهري او نورة زهرية كما في القرنابيط او قد يكون ساقاً كما في البطاطا او بصلة كما في البصل والثوم او برعم كما في الاسبركس او جذر كما في البطاطا الحلوة والجزر والشلغم . التقسيم حسب الجزء الذي يؤكل وكل جزء من هذه الاجزاء النباتية يحتاج الى ظروف خزن وتراكيز الغازات تختلف اختلافا كليا عن الجزء النباتي الاخر كالساق او الازهار او الثمار زيادة على ان التقسيم النباتي عامل هام فقد تدخل عوامل اخرى اضافية مثل: الموقع الجغرافي للنوع الثاني(الاصل) فنحن نعرف ان اكثر الخضراوات تنمو على انها نباتات حولية تتركز في مناطق من العالم لكن اصلها من مناطق اخرى حارة ادخلت الى مناطق باردة، وتم تطوير سلالات منها، لكي تتحمل الانخفاض في الحرارة لكن بدرجات معينة، لذلك نتوقع ان مثل هذه الثمار اذا ماخزنت على درجات حرارة منخفضة سوف تتعرض الى اضرار البرودة، وبذلك تتدهور نوعيتها وتظهر عليها علامات الضرر الفسيولوجي في حين ان الانواع النباتية التي اصلها من المناطق الباردة تتميز بقابليتها على تحمل الانخفاض في درجات الحرارة لكن اي انخفاض

في معدل سرعة التنفس لمثل هذه الانواع النباتية خاصة في ظروف CA سيعرضها الى اضرار الانجماد Freezing injury وستكون اكثر حساسية لمثل هذه الاضرار مقارنة فيما لو خزنت مثل هذه الانواع تحت نفس الظروف الحرارية في مخزن ميكانيكي اعتيادي .

تصميم مخازن الجو الهوائي المعدل :

تتعامل هذه التقنية مع الغازات خاصة التراكيز القليلة منها، لذلك لابد ان يكون بناء القاعات الخاصة بهذه التقنية تكون محكمة جدا لاتسمح بنفاذ اي من هذه الغازات من داخل القاعات المنشاة اليها وباي جزء من اجزاء القاعة وبما ان تنظيم كل من درجة الحرارة والنسبة المئوية للرطوبة عامل مهم اخر لذلك من المهم ان تكون المواد المستخدمة في انشاء الجدران ذات قابلية عزل حراري عالٍ جدا

1- ان الطاقات الخزنية لمثل هذه القاعات لايمكن ان تكون كبيرة وقابليتها الخزنية تكون بحدود 100-200 طن، لان مثل هذه القاعات يجب ان تملأ وتفرغ في وقت قياسي ويجب ان تصل الثمار الى درجة الحرارة المطلوبة خلال فترة زمنية لاتتجاوز 7 ايام في اسوء الحالات.

ان دخول الاشخاص الى هذه القاعات بعد الامتلاء يكون مستحيلا وذلك بسبب تركيز الغازات لذلك لابد ان تكون فتحات زجاجية لغرض مراقبة المحصول المخزن عن بعد واذا ما دعت الضرورة الى دخول المخزن ففي هذه الحالة يجب لبس الاقنعة الخاصة بذلك والا فستكون النتيجة وخيمة ، ان اهم مايميز هذه المخازن هو ان تكون كل الاجهزة ذات كفاءة عالية وان تكون خارج القاعة هذه الاجهزة تشمل اجهزة تنظيم درجة الحرارة ونسبة الرطوبة واجهزة تنظيم الغازات ما يهمنا في هذه التقنية هو السيطرة على الغازات فغاز O_2 مثلا يمكن ان يتم استبداله بغاز النتروجين، ويمكن تحقيق التركيز المطلوب من هذه الغازات عن طريق اخذ هواء المخزن وحرقه في افران خاصة تحتوي غاز البروبان (غازالطبخ) ثم يعدل تركيزO_2 الى

التركيز المطلوب عن طريق اضافة نسبة معينة من الهواء الجوي من خلال اجهزة خاصة او ان O_2 يبعد كليا عن هذه الغازات ثم يضخ غاز بالتركيز المطلوب من خلال انابيب حاوية لمثل هذه الغاز تعدل النسبة المطلوبة خلال فترة زمنية معينة .

اما بالنسبة لتركيز CO_2 فيمكن ان يعدل التركيز باستخدام الجير المطفأ $Ca(OH)_2$الذي يتميز بقدرته على امتصاص CO_2 من الهواء الجوي الا ان من عيوب هذه الطريقة انها تزيل الرطوبة بشكل شبه تام من هواء المخزن مما يؤدي الى حدوث الجفاف في هواء المخزن، لذلك لابد ان تضاف الرطوبة الى هواء المخزن بعد استخدام هذا المركب بشكل يضمن الحصول على المستوى الرطوبي المطلوب دون فقدان بالمحتوى الرطوبي للثمار المخزنة .

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \text{----------}\rightarrow CaCo_3 + H_2o + \Delta\uparrow$$

ان حدوث مثل هذا التفاعل ينتج طاقة حرارية يمكن ان ترفع من درجة حرارة المخزن وللتخلص من هذه النقطة السالبة يؤخذ هواء المخزن الى خارج القاعات ويمرر على انابيب تحوي $Ca(OH)_2$ ثم يرطب الهواء بعد ذلك ويدفع مرة ثانية الى القاعة هذه المادة تسمى (Hydrated liras scrubbers)، كما يمكن ان يمرر هواء المخزن على فلتر متخصص حاوي تراكيز عالية من CO_2 في الماء وفي هذه الحالة يسمى Water scrubber لانه يمتص CO_2 من عيوب هذه الطريقة ان هذا الماء يحوي على O_2 ذائب فيه يمكن ان يرفع من تركيز O_2 في هواء المخزن مما يعني ضرورة تعديل نسبة هذا الغاز .

اما بالنسبة للغازات المتطايرة من اهمها الاثلين لابد ان نتخلص منه بعدة طرق من هذه الطرق :

1- استخدام الفحم المنشط Activated charcoal .

2- استخدام برمنكنات البوتاسيوم $Kmno_4$ القاعدية التي تتميز بقدرتها على امتصاص الغازات المتطايرة وتسمى هذه البرمنكنات تجاريا

Purafile تكون على شكل باودر وتستخدم ملعقة شاي لكل كيلو تفاح يتخلص من الاثلين C_2H_4 تجاريا هذه البرمنكنات قد تستبدل بمركبات اخرى مثل السليكا لتكوين مركب قادر على امتصاص هذه الغازات .

3- استخدام السلكا جل Silica gel لهذه الغاية .

4- استخدام مادة الفيرموكيلايت .

وهناك طرق اخرى للتخلص من غاز الاثلين .

5- استخدام الاوزون $CO_2 + H_2O \rightarrow O_3 + C_2H_4$

6- استخدام الاشعة فوق البنفسجية Ultra Violate Ray .

التي تعمل على اكسدة غاز الاثلين بخطوتين رئيستين :-

أ- تعريض الهواء الجوي لهذه الاشعة فيحولها الى غاز الاوزون .

ب- الازون يتفاعل مع الاثلين فيحوله الى $Co_2 + H_2o\downarrow$

$$O_2 \rightarrow^{UV} \rightarrow O_3$$

7- عندما يراد التخلص من الاثلين في ازهار القطف خاصة يستخدم ايون الفضة .

التاثير الفسلجي والحيوي للخزن بطريقة الهواء المعدل

الخزن بطريقة الهواء المعدل يكون مكلف لذلك فان اي محصول يمكن ان يخزن بشكل جيد وبسيط وبدون نسبة تلف عالية يمكن ان تحدث له ففي هذه الحالة يفضل ان يخزن مثل هذا المحصول بالطريقة التقليدية الاعتيادية لاسيما طريقة الخزن المبرد الميكانيكي ، وهناك نقطة هامة لابد من الانتباه لها فهنالك ثمار لابد من تخزينها على درجات حرارية مرتفعة لذلك نتوقع مدة خزنها تكون قصيرة كما هو الحال في الثمار شبه الاستوائية او الاستوائية مثل الموز والزيتون والحمضيات على اشكالها والخضراوات مثل الرقي والبطيخ والبطاطا والخيار ، الباذنجان ، الباميا ، اللوبيا ، الفاصوليا ، الطماطم والشليك ان خزن هذه الثمار على درجة حرارة منخفضة سيعرضها الى اضرار البرودة وستخزن لمدة بسيطة، لذلك لابد من استخدام تقنية الخزن في جو هوائي معدل، لضمان اطالة مدة خزن مثل هذه الثمار .

كما ان هناك نقطة هامة اخرى وهي ان بعض الثمار لابد وان تنقل من دولة الى اخرى او من قارة واخرى .

واذا ماكان من الضروري ان تنقل هذه الثمار وهي مخزونة على درجة حرارة عالية مثل الجوز على درجة حرارة 12-15م ، لذلك يمكن ان نتوقع تلف مثل هذه الثمار، لذلك لابد وان تشحن بمخازن ذات جو الهواء المعدل وعلى هذا الاساس يمكننا القول ان هذه التقنية ستكون مهمة للثمار السريعة التلف محاولة لاطالة عمرها الخزني عن طريق تاخير التلف من خلال تثبيط نمو الاحياء المجهرية كما هو الحال بالنسبة للطماطم والشليك والهليون.

ففي الطماطم مثلا يمكن ان نضاعف من عمر الثمار المخزونة عندما تؤخذ الثمار في مرحلة اكتمال النمو الاخضر لذلك استعمل تاخير نضجها لفترة طويلة.

لذلك نتوقع ان هذه التقنية سوف تؤثر على كل من الفعاليات الحيوية التالية :

1- التاثير على عملية التنفس

ان الهدف من وجود الغازات حول السلع او الثمار المخزونة في اي نوع من انواع المخازن هو من اجل التاثير المباشر على معدل سرعة التنفس وبشكل غير مباشر في تاخير او تثبيط الفعاليات الحيوية الاخرى وبما ان الغازات الرئيسية الموجودة في الهواء هي : O_2,CO_2,N لذلك فاننا سنركز في دراستنا على هذه الغازات دون غيرها .

ومع ذلك فان بعض الغازات ربما تكون مشتركة بشكل فعال وهامة في هذا النظام الخزني والقسم الاخر يمكن ان يتولد من قبل الثمار المخزونة بهذه التقنية مثل غاز الاثلين C_2H_4

او الغازات المتطايرة الاخرى والقسم الاخر من الغازات يمكن ان يتولد بواسطة الاحياء المجهرية التي يمكن ان توجد وتنمو على الثمار المخزونة، وبعضها الاخر يمكن ان يتولد من عملية حرق الاوكسجين التي تتم من اجل تنظيم نسبة هذا الغاز والبعض الاخر يمكن ان يضاف الى غرف هذه التقنية لتحقيق هدف معين مثل CO .

أ- الاوكسجين

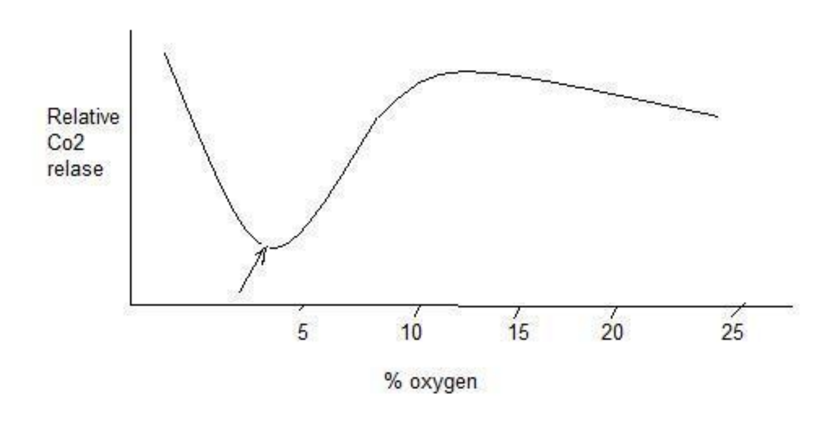
ان الاساس في عملية خزن الثمار في هذا النظام هو خفض تركيز الاوكسجين الى تراكيز اقل من تركيزه في جو الهواء الاعتيادي :-

O_2	%21	% 3 – 2
CO_2	%0,03	%15 – 1
N_2	%78	%90-80
غازات اخرى مثل ايثان و الهليون -		%2 -0

ان التاثير الاساس من انقاص تركيز غاز الاوكسجين في جو CA او في الجو الاعتيادي سيكون على تحرر غاز CO_2 الذي سيكون له تاثير على

سرعة الفعاليات الحيوية التي تتم داخل الخلية النباتية فقد اشار Salis bury &Rose الى ان معدل انتاج غاز CO_2 ، يقل عندما يقل توفر غاز الاوكسجين في حجم معين من الهواء بحدود تركيز 3% في هذا المعدل من تركيز غاز الاوكسجين فان دورة كربس Krebs cycle تكون هي الدورة السائدة في الخلية النباتية وان غاز Co_2 يكون هو الاكثر انتاجا .

اما في حالة وجود كمية كافية او كبيرة من غاز O_2 فان كمية ماينتج من غاز CO_2 اقل من تركيز 3%سيكون هناك ارتفاع سريع في انتاج غاز CO_2 وذلك بسبب عدم قدرة دورة Krebscycle ان تتاثر او تمنع وجود غاز الاوكسجين شكل (56). ان مثل هذا التاثير يعرف حاليا بتاثير باستور Pasteur effect وفيها لايتاكسد حامض pyruvic acid وانما يحصل له decarborelation (نزع الكاربون) من اجل ان يكون الاستلدهايدAcetaldehyde + CO_2 وفي النهاية يتكون الايثانول Ethanol



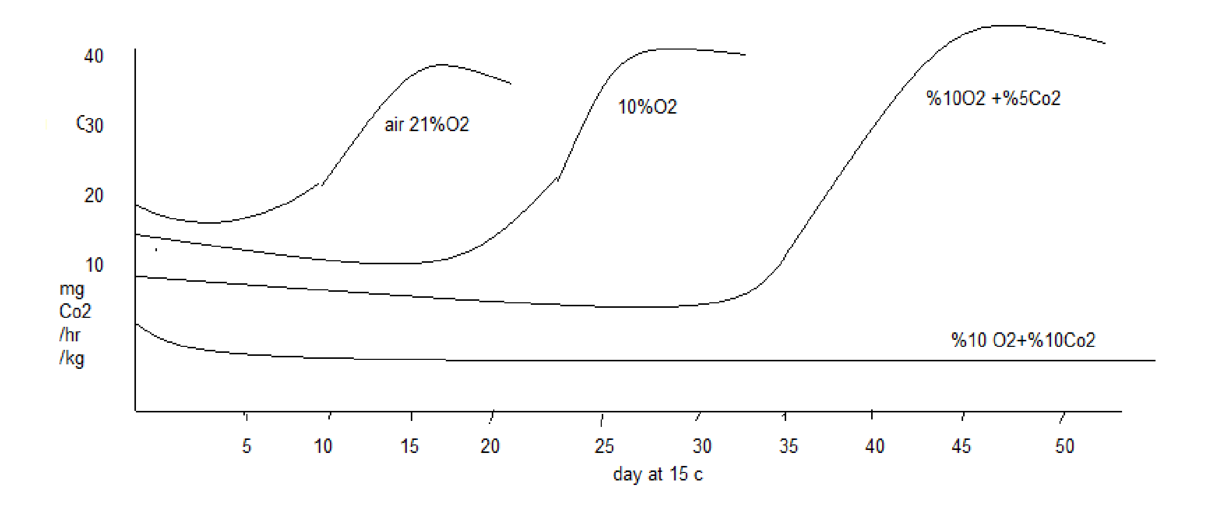
شكل (56) مخطط علاقة تكوين ثاني اوكسيد الكاربون بتركيز الاوكسجين عند خزن الثمار

من الشكل اعلاه نلاحظ ان تركيز الاوكسجين وتاثيره على تحرر غازCO_2 في انسجة النبات ويوضح السهم ان زيادة تجهيز الاوكسجين قد عمل على

زيادة معدل سرعة التنفس والدليل على ذلك زيادة انتاج غاز CO_2 كنتيجة لان غاز الاوكسجين قد عمل على تنشيط دورة كربس Krebs الا ان الزيادة في التركيز اكثر من 20% قد ادى انتاج CO_2 (غير الهوائي) كنتيجة لفعالية الــPyruvate ويكون هذا مرتفعا لتكوين الايثانول بشكل غير كافٍ في هذه المرحلة كنتيجة للتاثير غير المباشر للاوكسجين الذي يعمل على تثبيط دورة Glycolysis .

اما عن يسار السهم فان التركيز القليل من O_2 سيعمل على تكسير جزيئات السكر بشكل سريع الى ايثانول و CO_2 بشكل مختصر، فإن الخزن في جو الهواء المعدل سيعمل على تقليل كمية اوتركيز CO_2 الناتج في عملية التنفس فالمعروف ان هناك تنفساً هوائياً وتنفس لاهوائياً وقد تحدث العمليتان في ان واحد لكن بحدود ضيقة جدا ففي التنفس الهوائي ينتج $H_2O + CO_2$ اما في التنفس اللاهوائي ينتج CO_2 + كحول اثيلي، لذلك يجب ان تصل الثمرة الى ان تنتج اقل مايمكن من غاز CO_2 بدون انتاج كحول اثيلي وذلك لان هذا يؤثر على اعطاء نكهة غير مرغوبة وفقدان طراوة الثمار وهدم الانسجة قبل تمام نضجها .

كما ان زيادة تركيز CO_2 في هواء المخزن يؤدي بالاضافة الى تقليل معدل سرعة التنفس، فانه يعمل على تاخير حدوث ظاهرة ذروة التنفس Climactric Rise كنتيجة لانخفاض ATP المستهلكة اللازمة لنشاط الخلايا النباتية اضافة الى ان زيادة CO_2 يعمل على تقليل الاحماض الامينية وهي المهمة لتكوين البروتينات والاخيرة هي الاساس في تكوين الانزيمات المسؤولة عن كل التفاعلات ، كما وثبت ان تركيز CO_2 يعمل ايضا على تاخير او منع مضادات الانزيمات مما يقلل من معدل سرعة التنفس .



شكل (57) مخطط يوضح علاقة عمر الثمار في المخازن مع تركيز O_2 و CO_2

ب- التاثير في مكونات CO_2

المعروف ان المكونين الاساسيين في CA هما O_2 , CO_2 تركيز غاز CO_2 عادة في نظام CA يكون اكبر بكثير من تركيزه في جو الهواء الاعتيادي لذلك فعندما ينتشر هذا الغاز الى داخل الانسجة النباتية فانه سيذوب بشكل مباشر في عصير الخلايا النباتية معتمدا في ذلك على الضغط الجزيئي في منطقة CA ، ولابد ان نعرف ان CO_2 يبقى في عصير النبات على شكل Carbonate اي ان نوع المركب المتكون من CO_2 يعتمد بشكل رئيسي على حامضية عصير الخلية اضافة الى مدى توفر الايونات الموجبة Cation ، لذلك تم افتراض التحول التالي الى Co_2 الممتص من قبل انسجة النبات

$$CO_2 \rightleftarrows H_2CO_3 \rightleftarrows HCO_3 \rightleftarrows CO_3^{-2} \rightleftarrows KCO_3^{-} \rightleftarrows KHCO_3 \rightleftarrows K_2CO_3$$

ان كل نوع من انواع الكاربونات هذه يكون موجود بشكل منفصل، لذلك فان الموازنة بين وجود هذه المركبات يعتمد بالاساس الحموضة او القلوية للنبات اضافة الى الضغط الجزيئي لغاز CO_2 في CA .

ولابد ان نعرف اشكال مركبات ال CO_2 والتي قد تكون اكثر قابلية للذوبان مقارنة بالاوكسجين لذلك سوف تنتشر بشكل سريع جدا في اي عضو Organ من اعضاء الخلية النباتية وقد تصل سرعة الانتشار هذه الى مئة (100) مرة اسرع من الاوكسجين، لذلك فان ماسيحدث في نظام ال CA وعند التعريض الى تركيز عالي من CO_2 فان هذا التركيز سينتشر بسرعة الى داخل الخلية لاي عضو من اعضاء الخلية واجزاء الخلية في حين يخرج غاز O_2 الى خارج ذلك الجزء ولحين وصول الموازنة الجديدة بينهما .

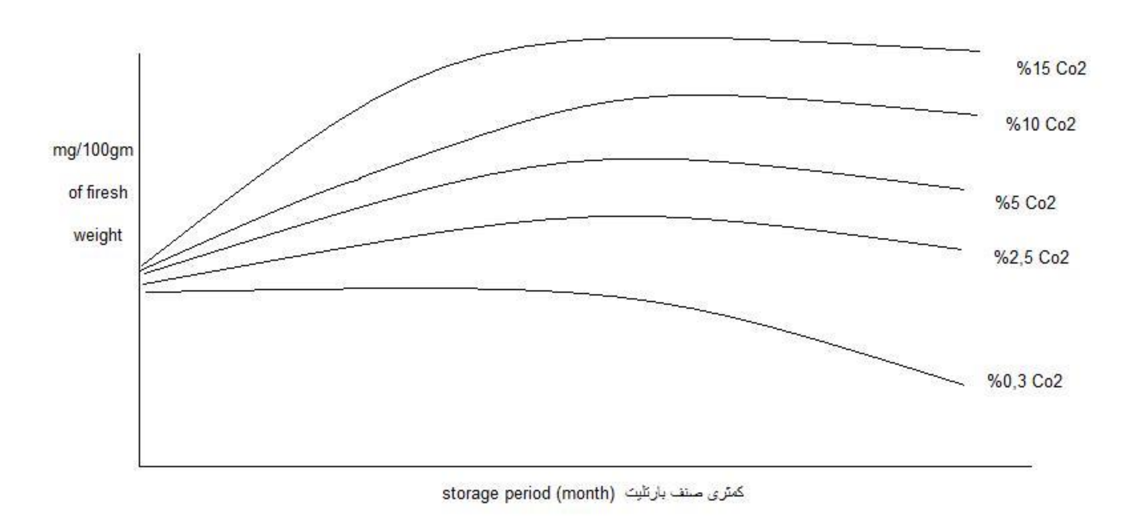
في تجربة على ثمار الفاكهة عند تعريضها الى نظام CA يحتوي على 5%CO_2 و 3%من O_2 وجد ان حدوث موازنة بعد فترة بين هذين الغازين والذي فيه نقص او انخفاض استهلاك الاوكسجين بمقدار 60% في حين كان هناك انخفاض في انتاج غاز CO_2 بمقدار 68% لذلك فهناك توقع اذا كان تركيز CO_2 في المحيط الخارجي من 6-7% وتركيز O_2 بحدود 1-2% فان تركيز CO_2 في داخل الثمرة سيكون 8-9% في حين ان تركيز O_2 سيبقى بحدود 1%لذلك تم الاستنتاج من قلة انتاج CO_2 من ان تركيز CO_2 الداخلي سيكون بحدود 1- 1,5% اكثر مقارنة بثمرة موجودة في الهواء الاعتيادي مع وجود اعتقاد بان وجود اي كمية من O_2 سيكون كافي لسد حاجة فعالية انزيم cytochrom-c oxidase ولكن ليس بالضرورة ان يكون كافياً لفعاليات الانزيمات الاخرى مثل انزيمات phenolase ومع ذلك فان هذا يختلف باختلاف الانواع النباتية وباختلاف الظروف البيئية .

2- التاثير في تراكم الاحماض العضوية

لقد أكدت غالبية البحوث إن الخزن في جو الهواء المعدل يقلل أو يمنع من نقص الكثير من الأحماض العضوية عند الخزن بالأخص ثمار التفاح و الكمثرى و الشليك و التي تخزن بشكل كبير في هذا النوع من التقنيات،لا بل أن بحوث أخرى أكدت على زيادة محتوى الأحماض لبعض الثمار فعند أستخدام 10,5% من CO_2 و2,5% من O_2 على درجة حرارة 1م° أنتجت نسبة عالية من حامضduid amino Butyric- ∝ و Malic Acid في

ثمار sweet cherry مقارنة بالثمار المخزنة بجو الهواء العادي ، وعلى العموم فإن مثل هذه التقنية ستزيد من تراكم الأحماض العضوية وهي مسألة في غاية الأهمية إذا ما عرفنا أهمية الأحماض في أعطاء النكهة والطعم للثمار التجارية فزيادة تركيز غازCO_2 في CA سوف يؤدي الى زيادة تراكم كل من succinic Acid و Amino Butyric Acid في ثمار التفاح و المشمش و الكمثرى في حين يزداد استهلاك حامض Citric Acid و Matlc Acid .

و قد أكد بعض العلماء أن سبب ذلك يعود الى تأثير مثل هذه الأجواء على تصنيع البروتينات و على فعالية الأنزيمات فقد وجد أن فعالية الأنزيم Suceinic dehydrogenase تتوقف في الثمار عند خزنها في جو تزيد نسبة CO_2 عن 0,03% و الشكل التالي يمثل زيادة Succinic Acid بزيادة تركيز CO_2 في جو CA ليصل أعلى مستوى عندما يصل تركيز CO_2 الى 15% بعد 5 أشهر من الخزن.



شكل (58) مخطط تاثير تركيز CO_2 في عمر ثمار الكمثرى

3 – التاثير في السكريات

وجد ان خزن الثمار في مخزن CA يعمل على تسريع تحلل المواد السكرية المخزنة في الثمار، ففي الكمثرى عند الخزن في جو هوائي معدل يحوي على 2% من O_2 و 3% من CO_2 يؤدي الى تسريع تحلل النشا خلال الشهر الاول من الخزن وعموما فان الثمار المخزنة بهذه الطريقة تحوي على نسبة اعلى من السكريات، ويعزى ذلك الى ان الخزن تحت هذه الظروف سوف يقلل من سرعة التنفس وبالتالي تقليل استهلاك السكريات بكل اشكالها الموجودة في الثمرة ومن هنا كانت مدة الخزن طويلة .

4- التاثير على تحلل البروتين

وجد ان مجموع البروتينات المختلفة والمخزنة في الثمار الموجودة في مخزن CA تكون اكثر من تلك الموجودة في الثمار المخزنة في مخازن مبردة ميكانيكيا والتي تتميز بان تحلل البروتين يكون اسرع بكثير .

اول واحدة من مشاكل الخزن الطويل لثمار الكمثرى على سبيل المثال هو فشل هذه الثمار في الوصول الى مرحلة النضج بشكل طبيعي بعد اخراجها من المخزن، ولقد وجد ان السبب ذلك يعود الى عدم قدرة مثل هذه الثمار على تصنيع البروتين بشكل جيد وبالتالي عدم اعطائها الطعم ومرحلة النضج الملائمة للمستهلك .

5- التاثير بالمواد البكتينية

المعروف ان نضج الثمار يكون مترافقآ مع التغير الذي يحدث في المركبات البكتينية فالثمار الغير ناضجة عادة يكون محتواها من البروتوبكتين اكثر من كل من البكتين والبكتينك او البكتنيك اسد . ويكون السبب في ذلك زيادة نشاط البكتينيز في CA فان فعالية او نشاط هذا الانزيم سوف تتوقف او تثبط وهذا يعني عدم تحلل المركبات البروتوبكتية وبالتالي

ضمان احتفاض الثمار بصلابتها لفترة اطول بزيادة تركيز CO_2 في جو الخزن يمنع تحلل البكتين الاولى ولابد ان نعرف ان هذا المركب الاساس في اشكال البكتينيات مدى امكانية المحافظة على هذا الشكل هي التي تحدد طول مدة الخن .

6- التاثير في الكلوروفيل

اكدت الكثير من البحوث ان واحدة من اهم فوائد الخزن في جو الهواء المعدل بالاخص عندما تخزن الاوراق كما هو الحال في الخضر الورقية وحتى في بعض الاوراق في الثمار التي تستهلك او الثمار ذات اللون الاخضر التي يراد لقشرتها ان تبقى خضراء لفترة طويلة، كما هو الحال في اصناف التفاح والكمثرى والكيوي هو تقليل فقدان او خسارة الكلوروفيل وهو مؤشر على ان زيادة CO_2 سوف يمنع تحول اللون الاخضر الى الاصفر يأتى ذلك من خلال التاثير المثبط لـCO_2 على انزيم الكلوروفيليز، وهذا يعني زيادة مدة بقاء اللون الاخضر وبالتالي زيادة فترة مرحلة البلوغ.

بعض المعاملات التي تجرى على الثمار قبل خزنها في جو الهواء المعدل:

هناك معاملات يمكن ان تجرى لبعض الثمار من اجل تحقيق هدف معين والتي تهدف الى اطالة مدة الخزن من هذه المعاملات:-

ا- معاملة الثمار بغاز ثنائي اوكسيد الكاربون

قد تعامل الثمار المراد خزنها بطريقة CA بتراكيز معينة من غاز CO_2 من اجل تحقيق بعض الاهداف المرغوب فيها وصولا الى اطالة مدة الخزن . ان استخدام CO_2 في مثل هذه الحالة يمكن ان يعمل لمنع منافسة competitve inhibitore لانتاج غاز الاثيلين لاسيما للثمار الكلايمكتيرية التي تتميز بقدرتها على انتاج هرمون النضج الطبيعي الاثلين.كما وقد تعامل ثمار

اخرى بهذا الغاز لاسيما التفاح والكمثرى من اجل تحول الكثير من الاحياء المجهرية التي لا يمكن ان تنمو وتتكاثر في مثل هذا الجو المخزني و بالتالي نضمن سلامة الثمار المخزنة خلال مرحلة الخزن ويمكن ان يستمر الفعل التثبيطي لهذا الغاز بعد التسويق وهنالك فائدة اخرى يمكن ان نحصل عليها من المعاملة بغاز CO_2 وهو ان هذه المعاملة يمكن ان تقلل من اضرار البرودة لاسيما للثمار الحساسة لانخفاض درجة الحرارة كالثمار الاستوائية و شبه الاستوائية وعلى اية حال لابد ان نعرف ان التركيز المستخدم من غاز CO_2 يكون بحدود 10-12% ، وان تجرى مثل هذه المعاملة قبل عملية الخزن بفترة اسبوع الى اسبوعين، عند معاملة اي ثمرة بغاز CO_2 لابد ان نتوقع ان تركز هذا الغاز سيكون في عصير الخلايا، وبالتالي يمكن ان يكون موجوداَ في سايتوبلازم الخلية وفي اي عضو موجود في هذا النسيج . زيادة كمية الغاز في السايتوبلازم ومكوناته يمكن ان يقلل من التفاعلات المرافقة لعملية النضج، لاسيما عمليات تكوين وتحلل الصبغات النباتية باشكالها وكذلك البكتين ويمكن ان يعمل على ايقاف فعل بعض الانزيمات، فقد تبين ان CO_2 يوقف انزيم Cuttince Dehydrognase ويمكن ان يعمل على وقف انزيم Cytochrome oxydase الضروري في سلسلة تفاعلات التنفس .

كما يمكن ان يعمل على وقف انزيم الكلوروفيليز وهذا هام للثمار ذات اللون الاخضر، والمحاصيل الورقية، لغرض بقاء اللون الاخضر في الاوراق الخضراء او الثمار التي يراد بقاء اللون الاخضر لاطول فترة، وقد ثبت ان زيادة تركيز CO_2 يقلل من حدوث ظاهرة الكلايمكتيرك او ذروة التنفس في بعض الثمار، مثل: ثمار الافوكادو لمدة تزيد على ثلاثة اسابيع من خلال وقف انتاج غاز الاثلين في مثل هذه الحالة وجدوا ان غازCO_2 يمكن ان ينافس غاز الاثلين على الاسطح المستقلة الموجودة في الخلايا النباتية Resepter site .

وجدوا ان زيادةCO_2 تعمل على وقف نمو وفاعلية بعض الفطريات خاصة فطر البوترايتس Potrytis الذي يسبب العفن الرمادي على البصل وعلى العنب وزيادة تركيز CO_2 الى 15% او اكثر يعطي نكهة غير مرغوبة

للثمار مثل البرتقال والتفاح والكمثرى والشليك إذ يحدث التنفس اللاهوائي، كما يمكن ان تؤدي مثل هذه الزيادة في غاز CO_2 الى قلة PH ويمكن ان يؤدي زيادة تركيز CO_2 لخفض محتوى بعض الثمار من فيتامين C كما يمكن ان تؤدي مثل هذه الزيادة الى تلون بعض الانسجة النباتية لاسيما في ثمار التفاح إذ يحدث Internal Break Brown وفي الكمثرى ايضا حيث ان وجود الانسجة الميتة في داخل الثمرة ولكن بنسب معتدلة يؤدي الى مايعرف بلفحة المخازن Storage scale .

ب- معاملة الثمار باول اوكسيد الكاربون CO

غاز CO غاز عديم اللون والطعم وعديم الرائحة ويمكن ان يكون غازآ قابلاً للاشتعال اذا مازاد تركيزه عن 12,5% ، لذلك فهو غاز سام مؤذٍ لاي كائن حي يحوي الهيموكلوبين المسؤول عن نقل الاوكسجين في الدم في عملية التنفس، لذلك نتوقع ان الفعل السام لهذا الغاز هو قدرة هذا الغاز على الاتحاد مع هيموكلوبين الدم فيفقد القدرة على نقل الاوكسجين وبالتالي تتوقف عملية التنفس نتيجة تراكم المواد السامة التي ستزداد نسبتها في دم الكائن الحي، ومع ذلك يمكن ان يستخدم هذا الغاز كمعاملة اضافية، لتحسين القابلية الخزنية لبعض ثمار الفواكهة والخضراوات وعادة تستخدم تراكيز 2-3% وهي مؤثرة على بعض الفعاليات للثمار المخزنة ان الفعل الحقيقي لهذه المعاملة هو قدرة هذا الغاز على منع تفاعلات الاكسدة التي يمكن ان تحدث لبعض الثمار المخزنة، فالخس يمكن ان تتلون عروقه باللون البني، نتيجة عملية الاكسدة وحتى في الاضرار الميكانيكية للثمار التي يمكن ان يحدث الكثير لها لاسيما التفاحيات والبطاطا فيمكن ان تتلون انسجتها باللون البني، نتيجة لعمليات الاكسدة لذلك فان المعاملة في غاز CO ستكون ضرورية وكذلك سوف تقلل او تمنع احتمال التلف الذي تسببه الاحياء المجهرية التي تنمو على الاجزاء النباتية التالفة كما تقلل او تمنع المعاملة بغاز اول اوكسيد الكاربون من فقدان صلاحية بعض الثمار وتمنع من فقد السكريات منها وفقد الاحماض العضوية للبعض الاخر منها لكن يجب ان نعرف اذا مازاد تركيز

هذا الغاز فانه اضافة الى مايمكن ان يسببه من تسمم العاملين فان يمكن ان يتسبب في اضرار فسلجية للثمار وتتشابه مثل هذه الاضرار في شكلها الخارجي الاضرار التي يسببها غاز الاثلين.

تطبيقات استخدام CA

يمكن ان يتم تصميم وانشاء منشأة خاصة تتميز بمخازنها المحكمة الغلق ومتانة جدرانها وتطور اجهزتها من خلال قدرتها على تحديد كميات ونسب الغازات المستخدمة لكل نوع او صنف من الثمار المراد خزنها، ويمكن ان تزود مثل هذه المنشأة باجهزة اخرى اضافية قادرة على اجراء بعض المعاملات الاضافية كالمعاملة بغاز CO اوCO_2 ، ولابد ان نعرف ان هناك وسائل اخرى وطرق بسيطة نحصل من خلالها على جو هوائي معدل :-

1- Modified control Attmospher مثل هذه المعاملات والخزن في غرفة محكمة الغلق لايسمح بالتبادل الغازي ويمكن ان نتعرف على نسب الغازات فيها من خلال اجهزة ومقاييس موجودة في خارج الغرفة .

2- التغليف الفردي باستخدام السلفون او النايلون باشكاله او استخدام عبوات البلاستيك التي تحوي ثمرة او مجموعة من الثمار التي تخزن لفترة محدودة على ان يكون سمك هذه الاغشية محسوب يسمح بالتبادل الغازي .

3- تغطى الصناديق او الاكياس بالجنفاص او البولي اثلين باكياس نايلون تستخدم عند الشحن لمسافات معينة .

4- استخدام المواد الشمعية بتراكيز وسمك محدد حتى يعطي الجو الهوائي المعدل .

الجدول (23) الظروف المثلى لخزن الفاكهة الاستوائية

Product	Temperature (c)	Relative humidity%	Storage life (week)	Controlled ©	
				$\%O_2$	$\%Co_2$
Orange	1-9	85-90	3-12	5-10	0-10
Avocado	7-13	90-95	2-4	2-5	3-10
Banana	13-14	90-95	1-4	2-5	2-5
Grapfruit	10-15	85-90	6-8	3-10	5-10
Lemon	10-13	85-95	4-24	5-10	0-10
Mango	10-14	85-90	1-4	2-5	5-10
Papaya	7-13	85-90	1-3	2-5	5-8
Pineaple	7-13	85-90	2-4	2-5	5-10

Mitra 1997

الخزن في الجو الهوائي المخلخل

Hypobaric Storage (H.S)

من احدث طرق الخزن الحديثة التي طبقت بشكل تجاري عالميا في عام 1975 ومن ذلك الوقت وحتى الان تم اجراء العديد من التطوير والتحوير لهذه التقنية، لتصبح التقنية الاكثر استخداما بين طرق الخزن الحديثة التي يمكن ان تطبق لاكثر من هدف واحد ، استخدم اكثر من مصطلح في البداية للتعبير عن مضمون هذه التقنية فقد استخدم مصطلح الخزن تحت التفريغ Vaccume storage (V.S) كما استخدم مصطلح الخزن تحت الضغط المنخفض Low pressur storage (LPS) الا ان مصطلح (H.S) يبقى هو الاكثر استخداما وشيوعا.

يهدف الخزن بهذه التقنية الى اطالة مدة الخزن لاطول فترة ممكنة مع تقليل فقدان الوزن وتثبيط مسببات التلف والمحافظة على النوعية والقيمة الغذائية باعلى صيغة وافضلها ويميز هذه التقنية عن التقنيات الاخرى انها يمكن ان تطبق في مواقع ثابتة ومتحركة، لذلك استخدمت في عمليات الشحن الجوي والبري والبحري، زيادة على استخدامها في المواقع الثابتة على اليابسة مما اعطى هذه التقنية مرونة كبيرة وضمان سلامة السلعة وجودتها لاطول مدة ممكنة، ومن الامور التي تتميز بها هذه التقنية عن غيرها انها يمكن ان تخزن جميع ثمار الفواكه والخضراوات باشكالها وانواعها بالاضافة الى امكانية خزن اللحوم الحمراء والبيضاء ونقل ازهار القطف ونباتات الزينة ، كما انها تتميز بامكانية نقل وخزن الشتول المطعمة وبذلك انفردت عن التقنيات الاخرى بهذه الميزة .

أساس عملية الخزن بطريقة (H.S) :

الاساس العلمي في هذه التقنية هو خفض الضغط الجوي داخل مخزن قوي البنيان محكم الغلق يتميز بقدرته على مقاومة الانخفاض بالضغط الجوي وفي الوقت نفسه، منع تسرب كل انواع الغازات وباي نسبة كانت من المخزن واليه ان عملية خفض الضغط الجوي هذه سوف تساعد على سرعة انتشار الغازات من الثمار واليها او السلع المخزنة فيقل بذلك تركيز كل اشكال الغازات الموجودة في مثل هذه المخازن والسلع، وبعبارة اخرى ستكون هناك عملية اتصال وتحرك كل الغازات من داخل انسجة السلع المخزنة الى خارجها وصولا الى حالة الموازنة ecuillbruy stage ومن اكثر مايهمنا من هذه الغازات اضافة الى غازي O_2 و CO_2 هي الغازات المتطايرة وبخار الماء، ولابد ان نعرف ان قلة تركيز غازO_2 سوف يقلل من تحرر طاقة حرارية ناتجة من عملية التنفس، وقلة هذه الطاقة سوف يؤدي الى مجمل تفاعلات هامة تؤدي بالنتيجة الى تقليل سرعة تفاعلات حيوية تحدث داخل انسجة الثمرة، وحدوث مثل هذه التفاعلات في الظروف الطبيعية سيكون هاماً للغازات المتطايرة ومنها الاثلين والاستيلين؛ لذلك قلة هذه التفاعلات او تثبيطها يعني تحديد انتاج مثل هذه المركبات اضافة الى ان التقليل من الطاقة الحرارية يعني قلة الوقت اللازم لخفض درجة الحرارة للسلعة المراد تخزينها الى الدرجة المطلوبة ، حتى اذا عرفنا قلة تركيز غاز O_2 في انسجة الثمرة او في جو المخزن لابد ان يقلل من تفاعلات الاسمرار او تفاعلات الاكسدة التي تعد طريقاً ثانياً لانتاج الغازات المتطايرة وهذا يعني قلة تلون انسجة الكثير من الثمار لاسيما الحساسة منها سواء كان ذلك ناتج من تفاعلات الاسمراء أم من غيرها .

تفاعلات الكاربوهيدرات والسكريات والاحماض الامينية والاحماض العضوية لاسيما اسكوربك اسد، عادة في مثل هذا الخزن الضغط ينخفض بمقدار 0,1 والانخفاض بالضغط الجوي بهذه النسبة يعني ان تركيز الغازات كل الغازات الموجودة داخل المخزن وفي داخل انسجة الثمار ستنخفض بمقدار0,1% وعلى هذا الاساس نتوقع تركيز غاز O_2 سينخفض من 21%

الى 2% كما سيقل تركيز الغازات المتطايرة بنفس المقدار وهذه النقطة الاكثر اهمية .

وجود مثل هذه الغازات على سبيل المثال في جو مخزن يحوي على ثمار تفاح او كمثرى يعني اصابة هذه الثمار بالضرر الفسلجي المعروف Internal Break الذي سببه وجود مركب فينولي Al farnesene ، لذلك ازالة هذه المادة عند تقليل الاثلين يعني التخلص من هذا الضرر وان الضغط الجوي الملائم لغالبية ثمار الفواكهة والخضراوات يكون بحدود 200-400 ملم زئبق او مايعادل2-0,5 ضغط جوي .

في تجربة على ثمار الموز وجد ان بالامكان مضاعفة مدة خزن هذه الثمار عندما يقلل الضغط الجوي من 1 ضغط جوي الى 0,5 ضغط جوي، كما امكن مضاعفة عمر الثمار المخزنة بمقدار ثلاثة مرات عند خفض الضغط الجوي الى ،3 ضغط جوي ولوزادت مدة الخزن 6 مرات اكثر من الخزن الاعتيادي عند خفض الضغط الجوي الى 0,2 ضغط جوي . من الامور الهامة عند الخزن بهذه الطريقة هي مرحلة النضج التي يجب أن ناخذ بها الثمار لتخزن إذ تكون المركبات الكيمياوية ذات اوزان جزيئية عالية، فعند ذلك ستستمر الثمرة بالتفاعلات ، والمركبات ذات الاوزان العالية ستتحول الى مركبات ذات اوزان واطئة مع استمرار الطعم واللون والصفات المرغوبة لاسيما الثمار الكلايمكتيرية، وذلك من اجل منع اي تاثير لغاز الاثلين كما يجب ان تخزن الثمار على الدرجة الحرارية الموصى بها، لأن اي ارتفاع في درجة حرارة المخزن يعني زيادة في التفاعلات الحيوية والتي منها انتاج غاز الاثلين ، ان قلة تركيز غاز الاثلين في المخزن هام ليس للثمار الكلايمكتيرية وحدها ولكن لازهار القطف، لان ذلك سوف يعمل على منع شحوب الوان الازهار ويساعد على بقاء البراعم الزهرية بحالة جيدة مع احتفاظها بقدرتها على التفتح ولاطول مدة ممكنة هذا من جهة ومن جهة اخرى فان قلة تركيز هذا الغاز سوف تمنع تراكم المادة المرة في الجزر والتي سببهاIso coumarin ويمنع تساقط الازهار والاوراق ويمنع تحلل الكلوروفيل ويزيد من طول سكون الابصال والدرنات ان قلة او خلخلة الضغط سوف يؤثر وكما اشرنا سابقا على جميع الغازات وان رطوبة الثمار

او المحتوى المائي لها يمكن ان يكون على شكل بخار ماء متواجد في المسافات البينية لخلايا الثمرة هذه النسبة تكون بشكل متوازن بين داخل انسجة الخلايا للثمرة وخارجها لذلك نتوقع ان نسبة من هذه الابخرة سوف تقل وبنفس النسبة التي قلت فيها الغازات الرئيسية الاخرى المعروفة اي بمقدار 0,1 وذلك حسب الضغط الذي سينخفض لذلك لابد ان نتوقع أن مثل هذه الثمار سوف تذبل مما يعني انخفاض قيمتها الغذائية والتسويقية وقد وجد انه بالامكان التغلب على هذه المشكلة باضافة الرطوبة Humidity.

كيفية تنظيم الظروف المثلى في جو الهواء المخلخل :

هنالك جملة امور لابد ان تنظم من اجل الحصول على خزن ناجح ومن هذه الامور والظروف:-

أ- درجة الحرارة

من اهم العوامل التي لابد ان تعطي اهمية خاصة في هذا النوع من الخزن و بمدى لايزيد او يقل عن 0,5 درجة مئوية وذلك لطبيعة غرف التبريد المستخدمة والتي لابد ان تكون مبطنة

Double jaket storaye والتي يتم تبريد السطح الخارجي للغرفة دون ملامسة المحصول؛ ولذلك ستختلف عن تقنية التبريد الميكانيكي الذي تتم عن طريق حركة الهواء البارد بواسطة مراوح موجودة في المبخر، كما ان البرودة ستصل بهذه الطريقة الى الثمار من جميع الاتجاهات وليس من جهة واحدة كما في التبريد الاعتيادي وحده كما ان الهواء الذي سوف يدخل الى مخزن H.S لابد ان تضاف اليه الرطوبة ثم تنظم الدرجة الحرارية مرة ثانية قبل ان يلامس المحصول ان اجهزة اضافة الرطوبة يمكن ان يكون معدلها من صفر-100% علما ان معظم ثمار الفواكهة والخضر تحتاج الى معدل رطوبي 90-95% اعتمادا على نسبة الرطوبة داخل انسجة الخلية ان الرطوبة في هذه التقنية وكما ذكر سابقا لابد ان تضاف قبل دخول الهواء للمخزن، اي أن الهواء ما زال داخل خزان تنظيم الضغط عندما يضخ

الهواء تحت التفريغ سوف يتمدد في الحجم في هذا الوقت تضاف له الرطوبة ولهذه العملية اهمية كبرى فإذا ما ازداد حجم الهواء ازدادة قابليته على حمل بخار الماء فلو اضيفت الرطوبة الى هذا الهواء قبل تقليل الضغط (قبل التفريغ) وكانت نسبة الرطوبة المضافة 100% ثم تلجأ بعد ذلك الى تقليل الضغط بمقدار 0,1 لابد ان نتوقع ان مثل هذا الهواء سيخسر 0,1 من الرطوبة على هذا الاساس فان اضافة الرطوبة لابد وان تكون بعد عملية تقليل الضغط لضمان عدم خسارة 0,1 من الرطوبة كما لابد ان ينظم عامل اخر .

ب-الاوكسجين

والذي يكون تركيزه في الثمار و المخزن يتناسب تناسبا طرديا مع مقدار الضغط المسلط عليه، لذلك لابد ان نتوقع انخفاض الضغط بعملية التفريغ لا بد ان يقلل من تركيز هذا الغاز. مقدار هذا الانخفاض عادة بمقدار 0,1 اي ان الضغط سوف ينخفض من 760-76 ملم زئبق وبالتالي فان تركيز غاز الاوكسجين سوف يقل كما عرفنا سابقا بناء على ذلك يمكن ان نقول انه بالامكان التحكم بتركيز غاز الاوكسجين كنتيجة لمقدرتنا على التحكم بمقدار الضغط المسلط بمعنى اخر اننا نستطيع ان نرفع من تركيزO_2 اذا ما رفعنا الضغط الجوي وأن ينخفض من تركيزه أذ ما خفضنا الضغط المسلط وبذلك تكون طريقة أكثر كفاءة حتى من طريقة أستبدال الهواء المخزن بالنتروجين السائل ذو النوعية العالية النقاوة، لأن هذا الغاز في أحسن الأحوال سيحوي على ما يقارب 0.5 من غاز O_2 وبالتالي سيكون من الصعوبة التحكم و الحصول على التركيز من غاز O_2 أن قدرة هذه المخازن أو التقنية على تنظيم الأوكسجين جعلته متميزا بين طرق الخزن الأخرى في مجال خزن ثمار الخضراوات والفواكه وأزهار القطف وفي خزن اللحوم الحمراء والبيضاء.

تأثر تقنية H-S في نمو و انتشار مسببات التلف الفطرية

المعروف أن مسببات التلف لثمار الخضراوت و الفواكه لا تتعدى اصابع اليد و التي تسبب بنموها و تكاثرها أحداث تلف وخسائر كبيرة لمثل هذه السلع لقد درس تأثير خفض الضغط الجوي تحت درجة حرارة 20م° وقد وجد أن خفض الضغط من 760 الى 470 ضغط جوي ملم زئبق ذو تأثير قليل أو معدوم على نمو فطريات البنسلين و الأسبركلس و البروتراتيس و لكن عند خفض الضغط الى 102 ملم زئبق فإن نمو وأنتشار هذه الفطريات سينخفض بمقدار من 60-65% هذا الى أن عدد الأيام اللازمة لإنبات سبورات هذه الفطر ستتضاعف بشكل كبير هذا إضافة الى معدل تكوين السبورات ينخفض بشكل واضح مما يعني التقليل من تكوين هذه المسببات .

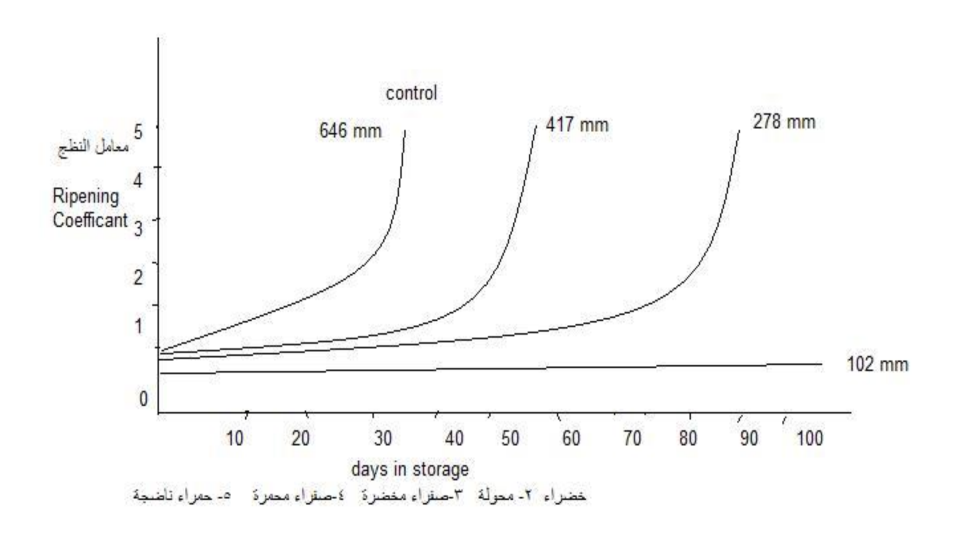
الخزن التجاري لبعض الثمار المهمة اقتصاديا بطريقة الخزن المخلخلH-S

المعروف ان الخزن بجو الهواء المخلخل يكون مكلفآ اقتصاديا بانشاءه ، لذلك لابد وان يستخدم مع اي سلعة تتميز بصعوبة خزنها وصعوبة توفير الظروف الملائمة، لمثل هذه العملية ولما كانت الثمار ذات المنشأ الاستوائي وشبه الاستوائي لابد ان تخزن على درجة حرارة مرتفعة، وبالتالي سنعرف ان عمر مثل هذه الثمار سيكون قصيرا، وان احتمال انتشار الاحياء المجهرية المسبة للتلف كبيرا ، لذلك فإنّ التركيز سيوجه الى مثل هذه السلع التي تتميز بعمر مخزني قصير بقصد اطالة مدة الخزن وتوفير السلعة الى المستهلك ولاطول فترة ممكنة من الثمار المهمة تجاريا هي ثمار الطماطم .

1- الطماطم

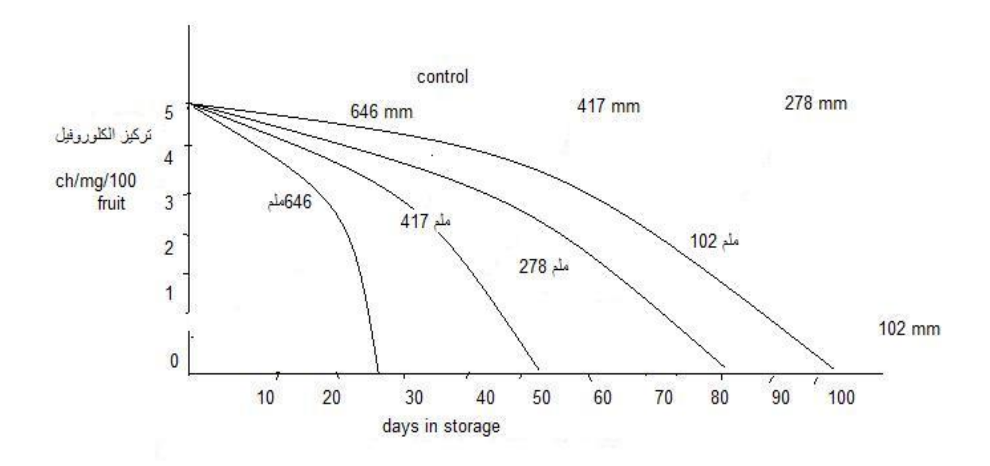
المعروف ان ثمار الطماطم تتبع مجموعة الثمار الكلايمكتيرية اي انها تنتج غاز الاثلين ، عند بدأ النضج ولذلك، فإن لهذه العملية مخاطر كبيرة هذا زيادة على ان الدرجة المثلى لخزنها تكون بحدود 12-13م والتي تؤدي الى سرعة التفاعلات الحيوية وسرعة انتشار الاحياء المجهرية فإذا ما علمنا ان خفض درجة الحرارة الى اقل من ذلك يؤدي الى عدم النضج وتاثير المواد الفينولية و تعرضها الى اضرار البرودة التي تكون مؤشرا الى حدوث التأثيرات ونمو الاحياء المجهرية ، انما يميز ثمار الطماطم ان مدة خزنها في ظروف الخزن الميكانيكي التقليدي تتراوح بين اسبوعين الى ثلاثة اسابيع اذا ما قطفت في مرحلة بداية التلون باللون البرتقالي في حين تنخفض مدة خزنها الى اسبوع أو اسبوعين اذا ما اخذت في مرحلة النضج الاحمر، لذلك فإن مرحلة النضج ستكون عاملاً هاماً يحدد طول مدة الخزن ففي تجربة اخذت فيها الثمار في مرحلة النضج الاخضر الكامل وخزنت تحت أربعة انواع من الضغط الجوي 646 ملمول زئبق واعتبرت مقارنة 417 ملمول زئبق 278 ملمول زئبق 102 ملمول زئبق ولقد وجد ان من نتائج هذه التجربة ان خفض الضغط الجوي الى 102ملمول زئبق سوف يمنع

نضج بعض الثمار نهائيا ولمدة مئة يوم في حين ان خفض الضغط الجوي الى 278 ملمول زئبق اخر النضج الى تسعين يوماً فقط وخفض الضغط الى 646 ملمول زئبق أخر النضج لمدة ثلاثين يوماً على ان الثمار كانت مخزنة على درجة 13م ورطوبة 90-95 % ان الثمار المخزنة تحت ضغط 102 ملمول زئبق نضجت بشكل طبيعي بعد رفع الضغط الجوي عنها الى الضغط الاعتيادي كما في الشكل (59).



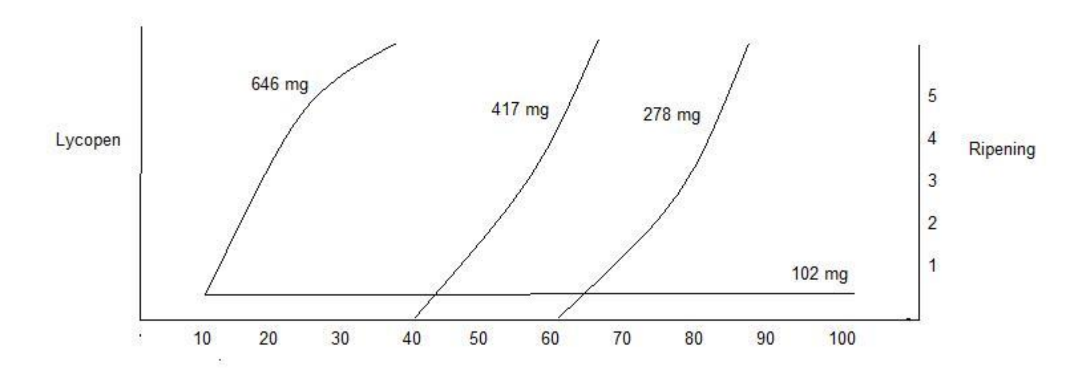
شكل (59) تاثير مدة الخزن في نضج ثمار الطماطم المخزنة في مرحلة النضج الاخضر.

و عندما ندرس سرعة تحول صبغة الكلوروفيل تحت مثل هذه الظروف من الضغط الجوي نلاحظ ان سرعة التحلل تقل بشكل كبير ، تتثبط كلما انخفض الضغط الجوي فتحللت الصبغة و تكسرت بعدها . يقارب 90-100 يوم على ضغط 102 ملمول زئبق في حين تحللت بعد 20 يوم في معاملة المقارنة كما في الشكل (60).



شكل (60) تاثير الضغط المخلخل و مدة الخزن في نسبة الكلوروفيل في الثمار المخزنة

و عندما ندرس تأثير صبغة اللايكوبين المسؤولة عن اللون الاحمر، نلاحظ انها ستسير في الاتجاه نفسه الذي سارت به صبغة الكلوروفيل كما في الشكل (61)، ولذلك تطورت هذه الصبغة في حالة الخزن على ضغط 102 ملموز بعد فترة تقارب 90- 100 يوم و هذه الصبغة تعد هامة جدا من الناحيتين النوعية والتسويقية مع العلم ان الصبغات الاخرى المسؤولة عن الصفات الخزنية بالاخص صفة الصلابة سارت بنفس الاتجاه وهو مؤشر ايجابي يدل على نجاح عملية الخزن في هذه التقنية.

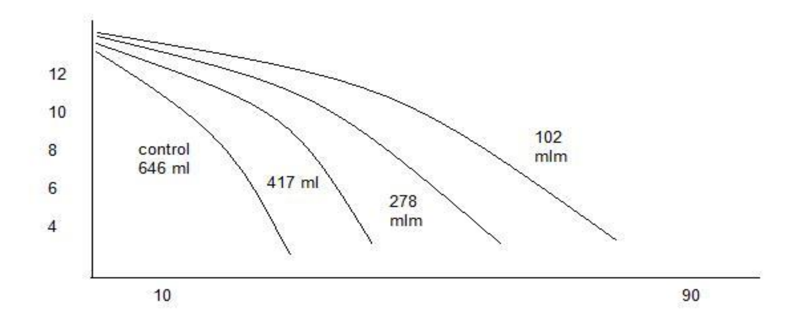


شكل (61) تركيز اللايكوبين في الثمار المخزنة

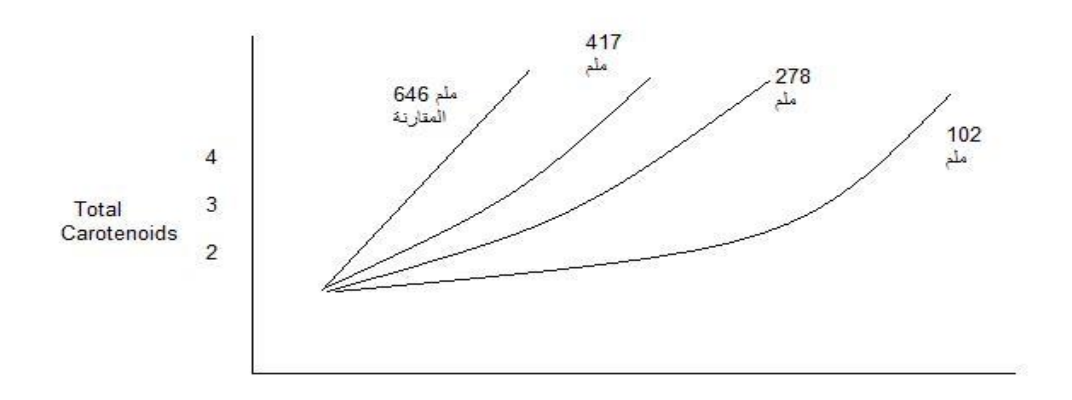
2- خزن ثمار التفاح

تعّد ثمار التفاح من الثمار الهامة استراتيجيا والتي لابد ان تكون متوافرة على مدار العام عندما تخزن مثل هذه الثمار بطريقة الخزن المبرد الميكانيكي يمكن ان تصل بعمرها الى فترة بحدود ثلاثة الى خمسة شهور اعتمادا على الصنف وعلى درجة النضج وعلى درجة حرارة المخزن عليها استخدام الخزن المخلخل وصل مدة الخزن الى اكثر من 9 اشهر.

ان الخزن بطريقة H-S يجعل الثمار لا تنضج اثناء الخزن مع احتفاظها بصلابتها لفترة طويلة السبب في ذلك يعود الى تثبيط الثمار على انتاج غاز الاثلين وغاز CO_2 في هذا النوع من الخزن الى الحد الذي يؤدي الى ان تدخل الثمرة في مرحلة اشبه في طور السكون انما يميز هذه الطريقة الثمار بعد اخراجها ستحتفظ بقدرة تسويقية لمدة طويلة قد تكون اطول وافضل من الفترة التسويقية في حالة الخزن الميكانيكي الاعتيادي كما وجد ان مثل هذه الثمار ستحتفظ بنكهة وطعم وصفات اكلية بشكل جيد جدا و هنالك نقطة ايجابية اخرى تتميز بها هذه التقنية هي قلة او انعدام الاضرار الفسلجية قياسا الى طريقة الخزن بجو الهواء المعدل CA التي يمكن ان ترفع شدة الاصابة بالاضرار الفسلجية لبعض الانواع من الثمار لاسيما الحساسة منها الى 50% هذا العامل الاخير جعل الغالبية من المعنيين بموضوع خزن الثمار وتشجيعهم على التحول الى تقنية الخزن في جو الهواء المخلخل ، في التفاح تحديدا عملت هذه التقنية على زيادة عمر الثمار بحدود 3-3,5 شهر قياسا بمعاملة المقارنة ومن النقاط الايجابية لهذه الطريقة في الخزن عملت على تاخير فقدان السكريات وعلى منع فقدان الاحماض العضوية وهذه مسألة غاية في الاهمية، كما انها تتميز باحتفاظها بصلابة جيدة وقابلية تسويقية مقارنة بالتقنيات الاخرى .



شكل (62) تاثير الخزن تحت درجات من الضغط المخلخل في عمر ثمار التفاح



شكل (63) تركيز الكاروتينات في الثمار المخزنة تحت الضغط المخلخل .

تطبيقات في الخزن التجاري لبعض الثمار في جو هوائي معدل .

طبقت هذه التقنية تجاريا منذ فترة طويلة وبشكل تجاري وعلى عدد كبير من ثمار الفواكه والخضر وهذه التقنية استخدمت في الخمسينيات والستينيات وبشكل كبير جدا الا ان العامل المحدد الذي ادى الى عدم استخدامها بشكل واسع هو ان الثمار ذات المنشأ الاستوائي وشبه الاستوائي تكون اكثر حساسية لاضرار البرودة والانجماد مقارنة بطريقة الخزن الميكانيكي الاعتيادي، ولهذا فإنّ بروز التقنية الحديثة ذات الجو الهوائي المخلخل التي لاتسجل فيها مثل هذه المشكلة ادى بالمعنيين في صناعة

الخزن الى العدول عن الاستمرار في استخدام خزن الثمار بالاخص ذات المنشأ الاستوائي والتحول الى استخدام تقنية H.S بشكل كبير جدا وتجاري منذ بداية التسعينات فعندما ندرس التطبيق التجاري ندرس مايأتي :

1- التفاح

من المعروف ان اصناف التفاح تختلف في احتياجاتها الحرارية باختلاف الاصل وقد ادى ذلك أيضآ الى اختلاف في نسب الغازات المستخدمة لكل صنف فيها على العموم فإن التجارب تشير الى ان التركيز الموصى به من غاز O_2 يكون بحدود 1-5% في حين يرتفع تركيز CO_2 تبعا لنفس هذه الاصناف من 7-8% اما بالنسبة للاصناف الحساسة للبرودة والتي تكون ذات منشا من المناطق الاستوائية يفضل عند استخدام هذه التقنية ان نرفع من تركيز غاز CO_2 وترفع من درجة الحرارة لتصل 3-5م تحت مثل هذه الظروف نستطيع ان نخزن هذه الاصناف لمدة سنة كاملة وبالتالي فإن توفر الثمار على مدار السنة ميزة هذه التقنية تحت هذه التراكيز المحسوبة من الغازات سوف تقلل بشكل كبير من الاضرار الفسلجية خاصة ثمار التفاح التي تصاب بعض منها بالقلب البني Brown heart والانهيار الداخلي Internal Break down ولفحة المخازن Storage Scald كما ان هذه التقنية تحافظ على صلابة الثمار طول مدة الخزن ، لغرض التغلب على الاضرار الفسلجية في ثمار التفاح فمن الامور المعروفة هو ان تؤخذ الثمار في مرحلة النضج الفسلجي Maturation اي ان الثمار لازالت متلونة اما اذا اخذت قبل هذه الفترة فان احتمالات عدم النضج ستكون كبيرة جدا وفي نفس الوقت ستكون عرضة للاصابة بالاضرار الفسلجية لذلك نفكر عند خزن اي صنف من التفاح ان نؤمن علاقة هامة بين الغازات الثلاثة (O_2 وCo_2 والاثلين).

2- الكمثرى

تتميز الكمثرى بامكانية خزنها بنجاح في المخازن المبردة ميكانيكيا بدون أية مشكلة و كذلك يمكن ان تخزن في مخازن الـ CA- مع استخدام تراكيز واطئة من O_2 لاتزيد عن 1% وتركيز من CO_2 لاتزيد عن 5% على ان تخزن في درجة الصفر المئوي او اقل من ذلك (الكمثرى تخزن على -1م افضل من التفاح) مايميز ثمار الكمثرى هو مقاومتها لاضرار البرودة والخزن بهذه الطريقة سوف يقلل من تحلل اللون ويقلل من تحول الثمار الى حالة اقل صلابة ويمنع من انتشار الاحياء المجهرية لاسيما الفطرية والبكتيرية، فقد وجد ان صنف ليكونت الامريكي يحتاج الى 2,5% O_2 و5% CO_2 وقد وجد ان استخدام مثل هذه التراكيز يمكن ان نرفع من درجة حرارة الخزن وبدون الخوف من التاثير على قصر فترة الخزن او سرعة النضج .

3- الحمضيات

لازالت التجارب حول خزن ثمار الحمضيات بطريقة CA غير موفقة على العموم، إذ تؤكد نتائج البحوث الى التقارب الكبير فيما يتعلق بثمار الحمضيات ولم يتحقق اي نجاح يشار اليه فيما عدا النجاح الذي تم التوصل اليه في الفلبين والتي لازالت المعلومات في هذا الاتجاه محدودة جدا على العموم يفضل خزن ثمار الحمضيات على نسبة تركيز O_2 تصل الى 12% ونسبة تركيزCO_2 في حدود 7,5% ، ان خفض نسبة O_2 الى اقل من 12%او رفع نسبة CO_2 الى 7,5% يؤدي الى اعطاء طعم غير مرغوب فيه، ويؤدي الى احداث اضرار فسلجية تظهر بشكل سريع على قشرة الثمار لاسيما لفحة المخازن اضافة الى التاثير السلبي على نسبة العصير وجد في ثمار الليمون ان خفض تركيز O_2 وزيادة تركيز CO_2 عن معدلاتها تعمل على منع انضاج الثمار التي اخذت باللون الاخضر وتبقى محتفظة باللون الاخضر حتى بعد اخراجها من المخازن والنتائج نفسها تم الحصول عليها عند خزن ثمار الكريب فروت .

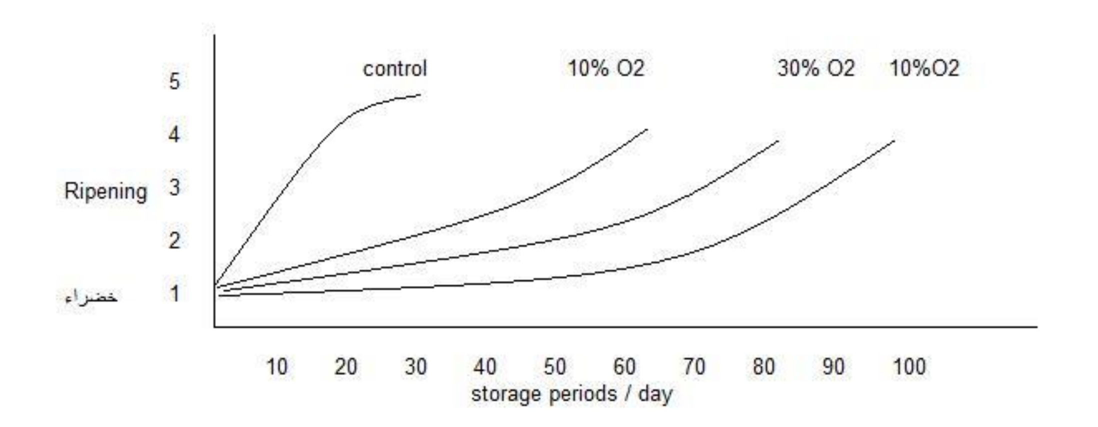
4- الموز

يقطف الموز بمرحلة نضج معينة، لينقل الى مناطق اخرى عبر المحيطات، لينضج على درجة حرارة مرتفعة يكون جاهزآ للاستهلاك؛ لذلك تعبأ عذوق الموز باكياس بلاستيكية ثم توضع في عبوات كارتونية للشحن الى الدول المستهلكة، مثل هذه العبوات يسحب منها الهواء قبل الشحن لذا نتوقع أن هذه العملية ستقلل الاوكسجين الى مايقارب 3-5% في حين ترفع نسبة غاز CO_2 نتيجة الفعاليات الحيوية الى 5% او اكثر ان هذا المستوى من الغاز يعمل على تاخير او تثبيط نضج الثمار اثناء عملية الشحن ويقلل حدوث الكلايمكتيرك لذلك كلما ضمنا تقليل نسبة الاوكسجين وزيادة تركيز CO_2 كلما ضمنا فترة خزن اطول للثمار ان زيادة تركيز CO_2 يعمل على تقليل او منع تكوين غاز الاثلين علما ان اعلى حد تتحمله بكل اصنافها من CO_2 ان لايزيد عن 10% عندما يراد انضاج الثمار على درجة حرارة 12-13م° .

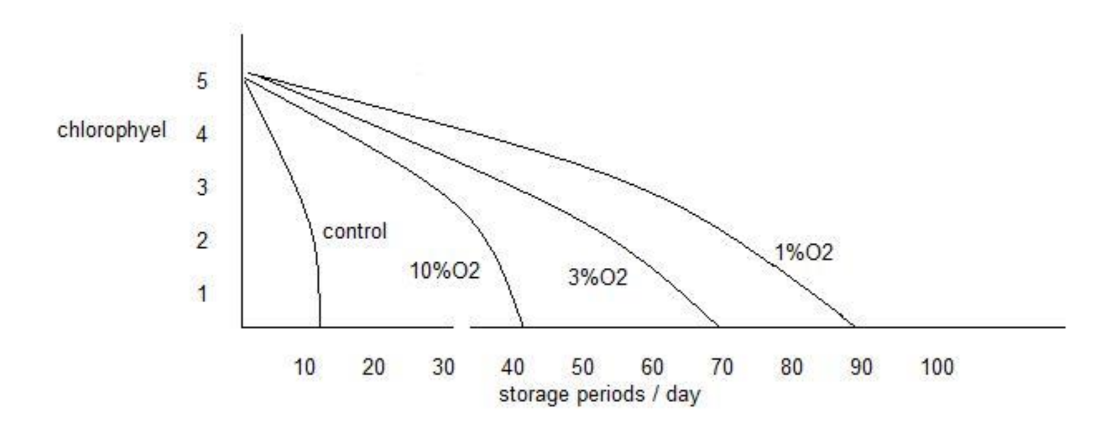
5- الطماطم

تحصد ثمار الطماطة عند زوال اللون الاخضر عند الرغبة لخزن الثمار لفترة طويلة في حين ان قطف الثمار في المراحل اللاحقة تخزن على درجة حرارة 10-12 م ونسبة تركيزO_2 من 4-8 % في حين ينخفض تركيز CO_2 1-2% وقد ثبت ان مثل هذه التراكيز من الغازات تعمل على تأخير النضج وتقليل نسبه تلف الثمار بشكل كبير جدا، هنالك نقطة لابد ان ننتبه لها في خزن ثمار الطماطم في مثل هذه المرحلة عند استخدام تقنية CA فلا بد من الانتباه الى عدم خفظ درجةالحرارة عن 12م°، وذلك لاحتمال اصابة الثمار باضرار البرودة وقد وجد ان هناك علاقة عكسية بين نسبة الاوكسجين في هواء المخزن و طول مدة الخزن فكلما انخفض تركيز O_2 طالت مدة الخزن على درجة 10م° ولذلك لابد ان نتوقع انه اذا ماكان تركيز O_2 بحدود 10% فأن مدة الخزن تكون بحدود 40 يوما في حين ان خفظ هذا التركيز الى 1% يمكن ان يضاعف من مدة الخزن او يزيد ذلك

ليصل الى 90-100 يوماً لذلك فعند الخزن في المخازن المبردة ميكانيكيا، لابد ان نتوقع ان مدة الخزن لن تزيد عن شهر واحد في احسن الاحوال شرط ان تؤخذ ثمار الطماطم في مرحلة النضج الملائمة في حين ان خزن مثل هذه الاصناف وخفض تركيز O_2 سوف يزيد من مدة الخزن الى مايقارب 3 اشهر ان الفعل الاساس لخفظ O_2 يكون بالدرجة الرئيسية تثبيط الانزيمات المسؤولة عن تحليل صبغة الكلوروفيل في حين سيكون العكس بالنسبة لصبغة اللايكوبين توضح الاشكل (64 و 65) تاثير طريقة الخزن على صفات الثمار.



شكل (64) تاثير خزن ثمار الطماطم في مخازن الجو المعدل في درجة نضجها .



شكل (65) يوضح تناقص تركيز الكلوروفيل مع امتداد مدة الخزن

6- البصل

يمكن للبصل اليابس ان يخزن في مخازن التبريد الميكانيكي ولمدة تصل الى 5 شهور بدون مشاكل كبيرة يمكن ان تحدث لاسيما اذا كان صاحب المخزن من المستثمرين في هذا المجال فقد وجد ان استخدام CA يخفض تركز O_2 يتراوح بين 3-5% ويرفع تركيز CO_2 الى 10% ، تؤدي مثل هذه الظروف الى منع اوتثبيط حدوث التزريع وهي المشكلة الرئيسية في خزن البصل اليابس هذا اضافة الى ان هذه الظروف تعد ظروفآ غير ملائمة لنمو وتكاثر الاحياء المجهرية المسببة للتلف لاسيما الاسبركس والبوترايتس يمكن القول ان مثل هذه التقنية يمكن ان تحقق نجاحآ كبيرآ عند خزن البصل الاخضر اي البصل الحاوي على الاوراق الخضراء بسبب ان مثل هذه الظروف الغازية تمنع من شحوب اللون الاخضر وهذه المسألة اصبحت واضحة عند استخدام تركيز من O_2 اقل من 7% .

7- اللهانة

خزنت اللهانة ونجحت بشكل كبير جدا في مثل هذه التقنية وعلى هذا الاساس يمكن القول ان كل اللهانة المنتجة في اوربا تخزن تجاريا وذلك بخفض تركيز O_2 الى 1-2,5% ورفع نسبة CO_2 الى 5,5 % ان الفائدة الرئيسية من هذا التركيز هو المحافظة على القيمة النوعية و الغذائية للاوراق ومنع تدهورها وذلك منع اصفرار الاوراق وفقدان الطعم وتقليل الاصابة بالضرر الفسلجي الذي يصيب المحاصيل الورقية عموما spotting .

الفصل الثامن

تقنات حفظ الثمار والغذاء بالتجفيف

Fruits and food drying

تعد طريقة التجفيف من اقدم الطرق المتبعة في حفظ الثمار والاغذية منذ ان لاحظ الانسان القديم ان الثمار يمكن ان تبقى صالحة لتناول الانسان بعد جفافها، سواء كانت الثمار على الاشجار أم بعد جنيها وحفظها؛ لذلك اثبت الانسان ان هذه الطريقة من الطرق الطبيعية يمكن العمل على تطويرها وعمل على ذلك مستفيدا من الطاقة الحرارية من الشمس اولا ثم عمل على تحسينها بتقدم الحضارة وزيادة المعرفة بتطوير التقنيات التي استخدمها والتي ضمن من خلالها امكانية السيطرة على كل العوامل التي تحفظ الثمار بنوعية جيدة .

اشكال تجفيف الثمار

تعرف عملية التجفيف بانها جملة من الخطوات التي تهدف الى تخليص الثمار او الغذاء من معظم محتواه من الرطوبة ويمكن ان تجري بشكل طبيعي او صناعي ويطلق مصطلح dehydration على عملية ازالة المحتوى الرطوبي للثمار او الغذاء بشكل صناعي والاساس في عملية التجفيف، هو ازالة الماء الموجود في الثمار او الغذاء، وبذلك نوفر ظروفآ غير ملائمة لنمو الكائنات الحية التي تحدث التلف او ان هذه الطرق لاتسمح بحدوث اي تفاعل كيميائي او تفاعل انزيمي التي تحدث تلف وفساد الثمار والاغذية هناك نوعان من طرق التجفيف :-

1- التجفيف الطبيعي Natural drying **2- التجفيف الصناعي** Artificial drying

في كلا الطريقتين او احدهما فإن عملية التجفيف تتم من خلال استخدام بعض الوسائل التالية ، أ- الهواء ب- الجو المفرغ ج- الحرارة العامل الاول الهواء هو العامل الاكثر استخداما لعملية التجفيف لسهولة الحصول عليه وقلة التكاليف لانشاء المنشاة الا ان التجفيف الصناعي يتميز بامكانية التحكم في ظروف هذه الطريقة من حرارة ورطوبة وهواء لذلك تتميز الثمار والاغذية المجففة بهذه الطريقة بتجانسها من جهة الشكل والجودة والنوعية والقيمة الغذائية وعدم حاجتها لمساحات كبيرة كما في حالة التجفيف الطبيعي التي ستتعرض الثمار نتيجة لفرشها على مساحة كبيرة من الارض الى الظروف المناخية غير الملائمة وقد تتعرض للحشرات والافات الا ان ما يميز هذه الطريقة القديمة هو قلة التكاليف و عدم الحاجة للابنية والمنشات لكن جودة الاغذية المجففة صناعيا تعوض عن ذلك وان الوقت القصير الذي تحتاجه ونوعية الغذاء والنكهة التي سيعطيها الغذاء كلها عوامل في جانب التجفيف الصناعي .

وظائف الهواء

للهواء وظيفتان اساسيتان اولا ان الهواء يعمل على تقليل الحرارة في افران التسخين الى المادة المراد تجفيفها. وثانيا يعمل على حمل المادة المتبخرة بعيدا عن الوسط المحيط بالمادة المجففة .

العوامل المؤثرة على عملية التجفيف

1- درجة الحرارة:تختلف باختلاف الغذاء المجفف وطريقة التجفيف.
2- رطوبة الهواء النسبية : تختلف باختلاف الغذاء المجفف وطريقة التجفيف والرطوبة تكون عالية في بداية التجفيف الاولى وهو هام في غاية الاهمية .
3- سرعة تيار الهواء .
4- الوقت الازم لعملية التجفيف .

هناك عمليات لابد ان تجري قبل التجفيف وهي اساسية لتحضير الثمار والاغذية لعملية التجفيف وتشمل :-

1- الفرز والتدريج اعتمادا على حجم الثمار ودرجة نضجها وصلابتها .

2- الغسل والتنظيف بالاخص ثمار والخضراوات والفواكهة .

2- تقشير الثمار يدويا او ميكانيكيا او باستخدام بعض القواعد مثل NaOH ثم المعادلة بالحامض .

4- التقطيع الى انصاف او ارباع او عمل شرائح او مكعبات .

5- بعض الثمار لابد ان تغمر في محلول NaoH بتركيز 0.1 -1.5% بالاخص العنب والكوجا من اجل تسهيل عملية التجفيف إذ تزيد من مساحة البشرة الخارجية .

6- سلق بعض الخضر وبعض الثمار .

7- اجراء عملية الكبرتة Sulfuring من خلال تعريض الثمار لغاز SO_2او تغمر في محلول يحوي هذا المركب بتركيزppm 1000-3000 حسب نوع الثمار للحصول على لون اصفر فاتح وللتعقيم من الحشرات والمحافظة على V.C .

شكل الماء في الغذاء

1- الماء الحر Free water shape

2- الماء المرتبط Bound water shape.

الشكل الاول للماء الحر هو الماء الموجود بشكل طبيعي بالثمرة، يتميز بان ارتباطه في المركبات الكيمياوية للثمرة او الغذاء ضعيف جدا فتنتشر جزيئاته في المسافات البينية لخلايا الثمرة او المكونات الغذائية ويملك صفات الماء الاعتيادي، لذلك يمكن لبعض المكونات الضرورية ان تتواجد

فيه المركبات البلورية أيضاً تذوب فيه اهم مايميز هذا الماء هو سهولة التخلص منه .

اما النوع الثاني الماء المرتبط يتميز بقوة ارتباطه مع مكونات الغذاء الكيمياوي، لذلك يمكن ان يكون الماء المرتبط على اكثر من شكل منها :-

1- ماء الادمصاصAdsorbed او يسمى الماء الهايدرسكوبي Hydroscobic water type يكون على شكل طبقة رقيقة جدا على اسطح المكونات الغذائية الغروية مثل البروتين ، النشأ ،السليلوز ، البكتين ويرتبط مع هذه المكونات بقوة ارتباط قوياً جدا تسمى vandroless او يمكن ان يرتبط مع هذه المركبات باواصر هيدروجينية .

2- الماء المتحد Hydrated water type يتميز هذا الماء بكونه متحداً مع بعض المركبات اتحادا كيمياويا كما هو في الماء الموجود في الكاربوهيدرات او الكثير من الاملاح الموجودة في الثمار والاغذية المصنعة منها وتكون عملية التخلص من هذا النوع ليست بالامر السهل .

كيف ينتقل الماء من داخل الثمار او الاغذية المجففة الى الخارج :

هناك اكثر من طريقة لتفسير انتقال الماء من المركز الى سطح الثمار والتخلص منه وكيفية وصوله الى هذه المواد، ليفقد منه على شكل بخار فقد اشار الباحث Gorling الى تمييز خمس ظواهر فيزياوية تحدث لعملية التخلص من الماء والمحتوى الرطوبي :-

1- تتم حركة الماء بتاثير قوة الخاصية الشعرية .

2- يكون انتقال الماء على شكل جريان كتلي flow او يكون على شكل انتشار Diffusion في كلا الحالتين فان حركة الماء بسبب فرق التركيز (الضغط الازموزي) .

3-يمكن للمحتوى الرطوبي ان ينتقل بشكل انتقال سطحي surfuse diffusion لاسيما للماء ومكوناته الموجودة او القريبة من سطح الثمرة .

4- انتشار بخار الماء الى المسافات الهوائية التي تتولد بعد فقدان الماء الحر بسبب الفرق بين الضغط الجزيئي .

5- انتقال بخار الماء من سطح الثمرة الى الحيز الذي تم فيه التجفيف، بسبب الفرق بين الضغط لكل منهما .

ان عملية فقدان الرطوبة وما يحصل للثمرة في عملية التجفيف يمكن ان يوضح على الشكل التالي عندما يسلط مصدر حراري على الثمرة او الغذاء فان الماء سيتبخر من السطح الرطب فان استجابة الثمرة او شرائحها او مكعبات الغذاء الاولية لهذا الفقدان هو انكماش مكونات الغذاء الصلبة بتاثير عملية الشد السطحي واستمرار زيادة تبخر المحتوى الرطوبي يؤدي الى تغيير شكل هذه المكونات فتتجعد او تنطوي على بعضها لتشكل بعد ذلك اقل ما يمكن من الحجم ويتبع ذلك انحسار في محتوى الرطوبة في الانابيب الشعرية التي لابد ان تتمدد داخل الثمرة او المادة الغذائية الى السطح الخارجي لها؛ لذلك يبدأ بخار الماء بالانتشار باتجاه السطح الخارجي تحت تاثير عامل الانتشار الجزيئي molecular diffusion وعليه فان بخار الماء في الثمار والاغذية سيبدا بالتحرك نحو السطح بسبب الاختلاف الحاصل بالتراكيز باستمرار هذه العملية لا يبقى من الماء الا طبقة واحدة مدمصة على اسطح المركبات الغروية وحتى اتمام عملية التجفيف .

قساوة الغلاف الثمري Case hardening :-

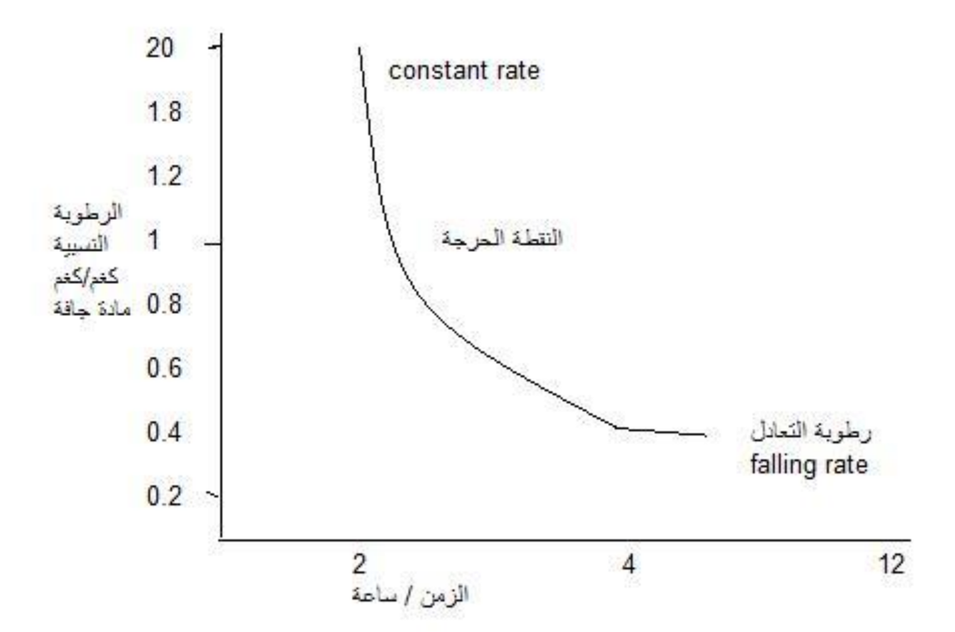
ان الثمار اذا تعرضت الى درجة حرارة مرتفعة نسبيا في وسط ذي رطوبة منخفضة فهذا يؤدي الى جفاف سطح الثمار والمواد الغذائية المراد تجفيفها، وعملية التجفيف ستكون سريعة تفوق سرعة انتشار جزيئات الرطوبة من داخل الثمرة او من اجزاء المواد الغذائية الى سطحها الخارجي، اي ان التجفيف سيكون محصوراً في غلاف الثمرة او المادة الغذائية اكثر من الجزء الداخلي: لذلك سيجف السطح الخارجي بسرعة ويصبح غير نفاذ للرطوبة ويمنع جفاف وسط الثمرة او الغذاء بسبب

الحرارة المرتفعة والرطوبة المنخفضة، ولتجنب مثل هذه الحالة يجب التحكم في الرطوبة ودرجة حرارة هواء التجفيف وتقليل استخدام درجات الحرارة المرتفعة في عملية التجفيف .

منحنى تجفيف الثمار والاغذية

ان سرعة الفقدان الرطوبي من الثمار والاغذية قد لا تكون واحدة لجميع الانواع والاصناف والاشكال طوال مدة التجفيف وان عملية التجفيف لاي ثمرة تتم بالبداية بشكل ثابت constant rate في المعدل الثابت للفقد الرطوبي للثمار يعادل 90% من محتواها الرطوبي لذلك فترة تعرض الثمار لدرجات الحرارة والرطوبة في هذه المرحلة تعتبر غاية الاهمية ثم تتحول هذه السرعة بعد ذلك من الحالة الثابتة الى الحالة المتناقصة؛ لذلك تسمى معدلات متناقصة falling rate في هذه المرحلة تفقد الثمرة ماتبقى فيها من الرطوبة اذا توجد سرعتان للتجفيف وهذه صفة مشتركة لكل انواع الثمار وغالبية المواد الغذائية المجففة الا ان منحنى التجفيف هو ليس واحداً للجميع فقد تحتوي بعض الاغذية اكثر من منطقة انتقال واحده نتيجة للتحول من سرعة واحدة الى اخرى ، فقدان الرطوبة بالمرحلة الاولى يشبه فقدان الماء من اناء مكشوف، اي كأن الفقد يكون من سطح مكشوف حر لا يكون هناك عائق للفقد الرطوبي، لذلك تكون السرعة ثابتة مما يوافق عملية الفقد الرطوبي وهذه تقلص في المسافات البينية التي كان يشغلها الماء الحر وينتج عن ذلك اقتراب الاجزاء الصلبة للثمار من بعضها للمحيط الاخر نتيجة لتاثير الشد السطحي الذي سيمتد تاثيره الى وسط الثمرة ، الا ان مقدار هذا الانكماش الذي يحصل للثمرة يكون بشكل عام مساوي الى حدٍ لحجم الماء المفقود، اي هناك علاقة طردية بين مقدار الانكماش للثمار وكمية الماء المفقود منها، هذه الحالة سوف تساعد على ثبات سرعة التبخر من وحدة المساحة، وتختلف الفترة الزمنية التي ستبقى فيها سرعة التجفيف ثابتة باختلاف درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وسمك الشريحة او سمك حجم الثمرة بعد السرعة الثابته يحدث تناقص في سرعة التجفيف سميت المرحلة

الثانية مرحلة السقوط والمرحلة التي تفصل بين السرعة الثابتة والسرعة المتناقصة تسمى بالنقطة الحرجة Critical point التي تعرف بانها نسبة رطوبة الثمرة لحظة تحول السرعة الثابتة الى السرعة المتناقصة شكل (66)، اذا اردنا ان نعرف سبب حدوث السرعة المتناقصة فانه قد يعود الى تكوين الطبقة الصلبة التي ستكون مركزة على السطح الخارجي للثمرة وتقل شدة جفافها باتجاه المركز لذلك ستسلك سلوك العائق لانتقال الحرارة الى الاجزاء الداخلية للثمرة او المادة الغذائية اضافة الى بعد المسافة التي ستقطعها المواد المراد تبخيرها للانتقال الى سطح الثمرة او الغذاء لان الثمار والاغذية تتميز انسجتها بانها هايدرسكوبية لذلك سيصل الى حد يتوازن فيه احتوائها من الرطوبة مع الحيز المحيط بها وفي هذه الحالة ستتوقف عملية التجفيف التي يكون فيها عدد جزيئات الماء المفقود من الثمرة مساوياً لعدد جزيئات الماء العائد اليه، وعندما تصل الثمار الى هذه الحالة تسمى الرطوبة رطوبة التعادل sorption tsotherm وتعرف رطوبة التعادل بانها العلاقة الكمية بين الرطوبة الموجودة في مادة معينة وضغط بخار الماء يكون متعادلاً مع الرطوبة على درجة حرارة ثابتة معينة ، والسؤال عن سبب تجفيف الثمار والاغذية ؟ والاجابة: يعود التجفيف لتحقيق غرض حفظ الثمار وهناك فوائد اخرى، منها: التقليل من وزن الثمار والمواد الغذائية وحجمها وهي مسألة اقتصادية لاسيما التعبئة وتكاليف النقل لذلك المادة التي تحوي 10% من وزنها مادة صلبة نقص كل 10 اوزان منها مسحوب 1%مادة صلبة و9% ماء وفي الوقت نفسه تكون هذه المواد المجففة سريعة الحفظ ومحتوية على مواد غذائية لابأس بها.



شكل (66) النقطة الحرجة عند تجفيف الغذاء

التجفيف الصناعي

هو تقنية طورت نتيجة التقدم الحضاري، فقد وصلت الى الحد الذي امكن حفظ الثمار لفترة تتجاوز بكثير الفترة التي تحفظ فيها الثمار المجففة بشكل طبيعي و بتقنية صناعية عالية، كما توصل العلم الى اضافة بعض العناصر والمواد الغذائية والفيتامينات الى هذه المواد المجففة لكي تبقى حاوية على الجودة بما يحتاجه جسم الكائن الحي والطريقة التي يتم فيها التجفيف الصناعي تختلف عن التجفيف الطبيعي، وعليه يوجد نوعان من الات التجفيف المستخدمة في هذه التقنية:-

1- الات تنقل فيها الحرارة الى غرف التجفيف بواسطة الغازات الساخنة التي تعمل على ايصال الحرارة الى كل اجزاء المادة التي يراد تجفيفها لذلك نتوقع ان المحتوى الرطوبي في هذه المواد سيتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية والرطوبة المتكونة سيحملها الهواء خارج غرف التجفيف والغاز المستخدم في هذه الطريقة هو الهواء وهناك طرق تجفيف ضمن هذه الطريقة .

2- الات تنقل فيها الحرارة الى الثمار او الاغذية بواسطة سطوح ساخنة تعمل في الوقت نفسه على نقل هذه الثمار والمواد الغذائية وتحريكها داخل غرف التجفيف. ويتم التجفيف تحت ظروف التفريغ لضمان سرعة وكفاءة عملية التجفيف .

النوع الاول طرق التجفيف التي تعتمد على الغازات الساخنة :
واهمها :-

أ- غرف التجفيف Draying room

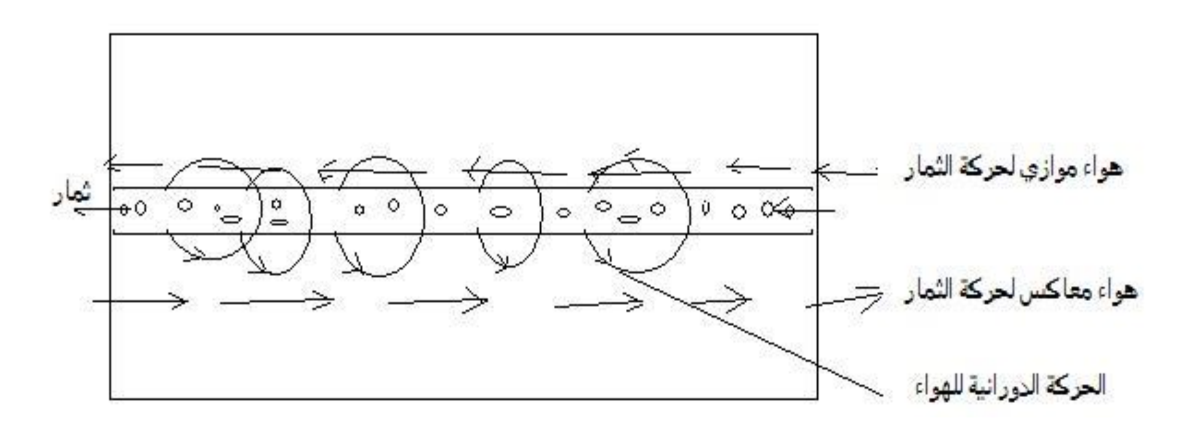
عبارة عن غرفة اعتيادية توضع فيها الاطباق الحاوية على الثمار قد تكون هذه الغرف كبيرة او صغيرة وفي كل منها يمرر هواء ساخن بدرجة حرارة معلومة ولحين اتمام عملية التجفيف وهذه الطريقة قليلة الكلفة وتحتاج الى زمن ليست بالقصير ونوعية الثمار المجففة ليست بالمستوى المطلوب .

ب- المجففات النفقية Tunnel dryer

من اكثر المجففات استعمالا لثمار الخضراوات والفواكهة وتتالف من نفق حديدي طوله 12- 17م تدخل فيه احزمة ناقلة او عربات متحركة تحوي اطباقآ الثمار المتحركة او الغذاء المراد تجفيفه ويدفع الهواء الحار فوق هذه الاطباق ومن الضروري تثبيت درجة حرارة هواء التجفيف وتنظيم سرعة حركة الاطباق وتنظيم سرعة حركة الهواء الساخن ايضا بشكل نضمن فيه ان دخول الثمار الطازجة سينتج عنه تجفيف بشكل جيد من الطرف الثاني للنفق ، وحركة الهواء في هذه الطريقة يكون بشكل موازٍ لحركة الاطباق وهذه الطريقة تسمىparallel flow air او تكون حركة الهواء معاكسة لاتجاه حركة الثمار وتسمى Canter flow وحديثا استعيض عن هاتين الطريقتين بان يكون حركة الهواء دائرية لذلك تسمى centerfugal flow شكل (67) .

تتميز الطريقة الاولى التي تكون حركة الهواء فيها موازية لحركة الثمار التي تدخل الى نفق التجفيف الحاوية على اعلى نسبة من الرطوبة ستتعرض في بداية دخولها الى نفق التجفيف الى الهواء الاكثر سخونة، لذلك ينتج عنه جفاف اسطح الثمار او الغذاء ويصبح الهواء اقل حرارة في الطرف الثاني من النفق وقد لاينتج عن هذه العملية تجفيف كامل للمواد الغذائية ،

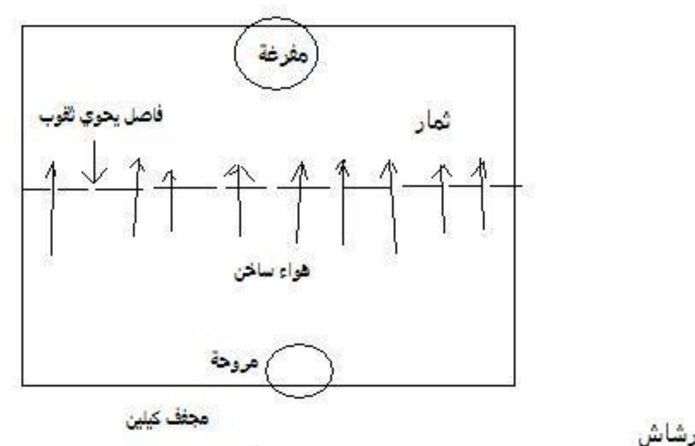
اما الطريقة الثانية center flow فيكون فيها الهواء الساخن جدا معروضآ على الثمار قليلة الرطوبة لذ سيزيح اكبركمية ممكنة من المحتوى الرطوبي العالي لمثل هذه الثمار وعند اتباع هذا النظام في التجفيف يجب الانتباه الى عدم ترك الثمار مدة طويلة في النفق خوفا من تيبسها وعدم ملء الاطباق اكثر من طاقتها لعدم امكانية الهواء على سحب وازاحة كل الرطوبة من الثمار خاصة ثمار الطبقات السفلى وعلى العموم الطريقة العكسية تفضل على الطريقة المتوازية؛ لانها تقتصد بكمية الحرارة المستخدمة والناتج اكثر جفافا واحسن نوعية وتم حديثا جمع الطريقتين في طريقة واحدة تسمى الطريقة الدورانية التي تكون اكثر كفاءة واقل وقتا

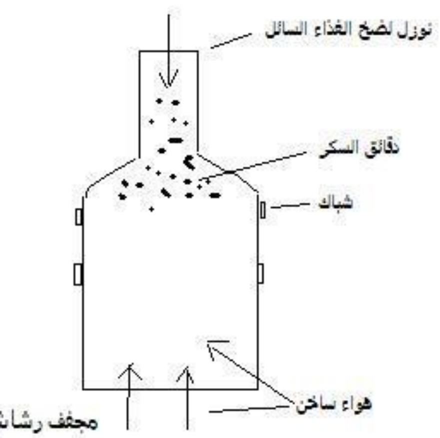


شكل (67) المجففات النفقية ويوضح حركة الهواء الساخن

ج- مجففات كيلين Kilin dryers

الاساس في هذه الطريقة هو بناء منشأة من طابقين يفصل بينهما سطح يحوي ثقوبآ كثيرة تدخل الثمار المراد تجفيفها في الطابق العلوي ويوجه عليها تيار هوائي ساخن من الطابق السفلي ينفذ من خلال الثقوب والفتحات الى الطابق العلوي الحاوي على الثمار المراد تجفيفها ولزيادة كفاءة هذه الطريقة توضع مراوح في الطابق السفلي، لدفع الهواء الى الاعلى وتوضع مفرغات في الاعلى، لسحب الرطوبة المتراكمة لضمان سرعة عملية التجفيف، ولابد من تحريك المواد المراد تجفيفها بشكل مستمر مع استمرار عملية التجفيف وتستخدم هذه الطريقة لتجفيف شرائح البطاطا والتفاح ومن مساوئ هذه الطريقة انها تحتاج الى فترة زمنية طويلة كما في شكل (68).





شكل (68) مجففات كيلين

د- المجففات الرشاشة spray dry

تجفف هذه الطريقة الاغذية السائلة مثل الحليب والدبس والعصائر وفيها يتم تحويل هذه الاغذية الى قوام سائل او عجيني، بعد ذلك يدخل تحت ضغط الى اجهزة خاصة تحول القوام السائل الى رذاذ (قطرات صغيرة) تدفع في منارة التجفيف ؛ ليضخ عليها هواء ساخناً بدرجة حرارة معينة، فيتم تجفيفها وتتحول الى مسحوق ناعم وتتميز هذه الطريقة بقصر فترة التجفيف

لذلك الغذاء المجفف بهذه الطريقة سيحتوي على قيمة غذائية عالية اضافة الى احتواءه على مقومات الطعم شكل (69).

ه- المجففات الارضية المسالة fluid bed dry

تستخدم هذه الطريقة للحصول على المواد المجففة سريعة الذوبان instaut powder لكل من الحليب والدبس والعصائر، في هذه الطريقة تكون المنطقة التي تجفف عليها هذه العصائر متحركة ورجاجة في الوقت نفسه vibrated beds التي سترتكز عليها دقائق المادة العصيرية او الحليب والذي يفترض انه جفف بواحدة من الطرق السابقة خاصة الرشاشة او الاسطوانية تؤدي عملية الرج المستمر هذه الى توزيع دقائق عصير الثمار او دقائق الحليب في طبقة متجانسة من حيث قطر كل جزيئة من جزيئات هذه المواد ثم تنتقل هذه الجزيئات عبر غرف التجفيف ليضاف لها كميات محسوبة من الرطوبة، ينتج عن ذلك تجمع هذه الجزيئات (الدقائق) وتكتلها مع بعضها البعض بشكل مجاميع يختلف حجمها باختلاف كمية الرطوبة، لتدخل بعد ذلك الى غرف ثابتة يتم فيها تخليص هذه الكتل من الرطوبة وذلك بتعريضها الى هواء ساخن ثم تبرد بعد ذلك وتعبأ في عبوات خاصة لذلك فأنها تتصف بسرعة الاذابة .

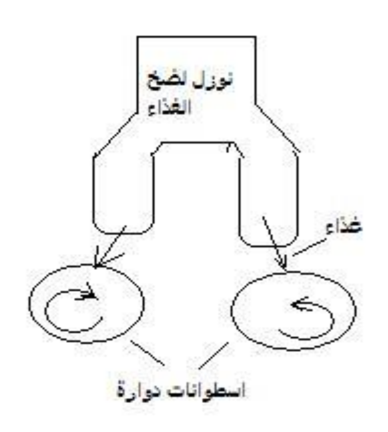
2- التجفيف بواسطة الاسطح الصلبة الساخنة .

تقنية حديثة استخدمت في تجفيف الثمار و المواد الغذائية وتستخدم بشكل اكبر لتجفيف المواد الغذائية واستعيض بها عن الطريقة الاولى وتكون على اشكال، اهمها :-

ا- المجففات الاسطوانية drum dry

في هذا النوع من طرق التجفيف تستخدم اسطوانات معدنية مصنوعة من الستيلsteel وبقطر 60-180سم ، تسخن هذه الاسطوانة بواسطة بخار

الماء . وتؤخذ المواد الغذائية المراد تجفيفها وتحول الى قوام عجيني يميل الى السيولة يضخ بعد ذلك على الاسطح الخارجية لهذه الاسطوانات التي تدور بسرعة ثابتة ودرجة حرارتها ثابتة ايضا" حسب نوع المادة المراد تجفيفها، تضخ هذه المواد الغذائية على هذه الاسطح لتلتصق عليها بسمك محدود و يتبخر بعد ذلك الماء ان هذه المواد الملتصقة على الاسطوانة الدوارة ستسقط بعد ذلك بسكين خاص ثم تجمع اسفل الاسطوانه لتطحن وتعبأ الاسطوانات الدواره يمكن ان تكون تحت الضغط الاعتيادي او تحت التفريغ اعتمادا على التقنية المتبعة .



شكل (69) المجففات الرشاشة

ب- المجففات المفرغة

في هذا النوع من التقنيات تكون المجففة على شكل غرفة تحوي رفوفآ مجوفة توضع الاطباق في داخلها تحوي هذه الاطباق على المواد المراد تجفيفها والتي يمكن ان تكون سائلة القوام او صلبه وبعد ان تملأ الاطباق تغلق الغرفة لتفرغ من الهواء ثم إمرار وسط التسخين عبر الرفوف لكي يتم تسخين الرفوف والاطباق وما فيها يمكن ان يستخدم لكل من الاوساط التاليه في عملية تسخين الرفوف الزيت الساخن أو البخار أو الماء الساخن، اهم ما يميز هذه الطريقه ارتفاع كلف التصنيع فيها لذلك تستخدم لتجفيف عصير البرتقال الطبيعي او عصير الطماطم الطبيعي.

هناك بعض المعاملات الاضافية التي لابد ان تجرى مع بعض طرق التجفيف تهدف بالاساس الى المحافظة على نوعية الثمار والاغذية المجففة، والى الحصول على شكل مقبول من قبل المستهلك او لتسهيل خطوة ضرورية و من هذه المعاملات الاضافية .

1-التغطيس بالمواد القلوية :-

تعالج بعض الثمار ببعض المركبات القلوية لأزالة الحرارة وعموما الثمار ذات النواة الحجرية والعنب إذا ما اريد تجفيفها فلا بد ان تعامل بمثل هذه المركبات واكثرها استخداما NaOH و Na_2CO_3 إن الهدف الرئيس من استخدام هذه المركبات لاجل تحقيق هدف او اكثر من الاهداف:-

ا-ازالة الطبقة الشمعية . مثل هذه الطبقة قد تكون عائقآ في عملية التجفيف .

ب- قتل وطرد الحشرات و المسببات المرضية . فالمواد القلوية يمكن ان تعمل كمادة معقمة لأسطح الثمار وبذلك ستكون مادة حافظة في العمليات اللاحقة .

ج- تحدث شقوق في غلاف الثمار وهذا يسرع من عملية التجفيف. يفضل NaOH على المركب الثاني لوفرته وكفائته وقد يستخدم خليط من المركبين بدرجة محدودة ويتوقف تركيز الماده حسب نوع الثمار و الصنف ودرجة النضج، وعموما فإن التركيز المنصوح به من NaOHهو اذابه 75غم لكل 10 لتر من الماء .

2- الكبرتة Sulfuring

تكبرت مجموعة من الثمار في حين لاتكبرت ثمار اخرى، مثل التين والاجاص، لاحتمال حدوث اضرار فسلجية او تاثير على القيمة الغذائية ، تكاد تكون جميع الثمار ممكن ان تكبرت بهدف الحصول على بعض الامور التصنيعية المهمة، منها:

1- ان الكبريت مادة معقمة لاسطح الثمار .

2- تمنع تفاعلات الاسمرار Browing reaction

لذلك يمكن لهذه الثمار المعاملة ان تبقى بحالة جيدة لمدة طويلة قد تصل الى سنة اذا حفظت على درجة حرارة 20م واكثر من ذلك اذا خفضت درجة الحرارة ، نحصل على هذه الطريقة عند حرق زهر الكبريت او عندما تغطس او ترش الثمار او المواد الغذائية بمحلول السلفايت Bisulfite او Sulfite او السلفايت المائية meta bisulfate وعلى العموم يمكن ان نستخدم Na Bisulfite sulfite , KBisulfite sulfite , Na meta bisulfate

يتراوح تعريض الثمار لبخار SO_2 من 2-4 ساعات ويكون اقل من ذلك للثمار العصيرية deliecate fruit ويمكن ان تصل فترة التعريض الى 72 ساعة لثمار الكمثرى تبعا للنسيج المكون لها والطبقة الشمعية المحيطة بها والقشرة السميكة يتراوح تركيز SO_2 الناتج من حرق زهر الكبريت 1-3% كنسبة حجمية تبلغ معدل سرعة نفاذ SO_2 داخل كيوتكل الثمار بحدود 3-8 مرات اوطأ من سرعة نفاذيته او حركته داخل الجزء اللحمي للثمرة نفسها علما ان الثمار الغير ناضجة او في المراحل الاولى من حياتها لها القدرة على امتصاص SO_2 ونفاذيته بشكل اسرع من الثمار الناضجة الرخوة اللينة ويشذ عن ذلك ثمار المشمش فالثمار الناضجة تمتص هذا الغاز بشكل اسرع من الغير ناضجة يليها ثمار الخوخ ثم الكمثرى ويرجع ذلك الى الطبيعة التشريحية لنسيج هذه الثمار ، يتراوح الحد المسموح به من SO_2 بحدود 2000 - 3000 ppm للثمار او 1500 ppm لزبيب الكشمش في حين يصل الى 200 ppm للكمثرى وهناك نقطة مهمة لعملية الكبرتة فهي اضافة

لمنعها تفاعلات الاسمرار او الاحياء المجهرية فهي تعمل على منع اكسدة بعض المركبات الهامة لاسيما V.c والكاروتين(V.A) اضافة الى قدرة هذا المركب الكيمياوي على السيطرة على عمليات التخمر وهناك ميزة اخرى اذا استخدمت الكبرتة يمكن ان ترفع درجة حرارة التجفيف الى درجة حرارة اعلى، ان الاساس في هذه الطريقة هو ان حرق زهر الكبريت سيولد ابخرة كثيرة 6-8% من هذه الابخرة ستكون على شكل SO_3 وهو السبب في حدوث شئ اشبه بالضباب في الحيز الذي يحرق فيه زهر الكبريت لان قطرات الرطوبة في الهواء الموجود في الحيز ستتكثف على جزيئات هذا الغاز بشكل سريع محدثة الضباب ، يتميز SO_2 بمقدرته على الذوبان بالماء على درجة حرارة 25م لذلك عند تبخير العنب يجب رفع درجة الحرارة الى 20م على الاقل وقد وجد ان كل 7 اجزاء من هذا الغاز يمكنها ان تذوب في 93% من الماء ينفذ في انسجة الثمار والى داخلها ، لكن الجزء الاكبر من هذا الغاز ستنفذ داخل النسيج الثمري على شكل غاز عند ذوبان الغاز في الماء او العصير الخلوي فانه سيكون على الشكل الاتي :

$$SO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2SO_3 \leftrightarrow H^+ + HSO_3^- \leftrightarrow H^+ + SO_3^=$$

الايون الموجود في الماء يعتمد على PH (حموضة الوسط) الذي يوجد على شكل ايون البايسلفيت Bisulfite Ion (HSO_3^-) يكون بهذه الصورة عندما يكون PH3.5 – 4.5 ، لذلك اذا استخدمنا محلول السلفايت او البايسلفايت للصوديوم او البوتاسيوم لابد ان تمزج بكميات متساوية لانه اذا زيدنا السلفايت فانه يرفع PH واذا ارتفع PH فان فعالية SO_3 ستكون قليلة، لان فعالية SO_3 يعتمد على التنافذ فاذا ارتفع PH قلت النفاذية اما اذا ازدادت السلفايت عن الحدود المقررة فان ذلك يؤدي الى تاكل المعادن والاجهزة وتلفها .

درجة حرارة التجفيف :

تستغرق عملية التجفيف الصناعي 7-12 ساعة حسب نوع ودرجة نضج الثمار وتكون درجة حرارة السطح الذي يوضع عيه الغذاء اذا استخدمت السطوح الساخنة في المرحلة النهائية لعملية التجفيف من 64-66م مما تكون درجة حرارة الهواء المحيط بهذه السطوح 66-71م ، اما اذا استخدمت تقنية الانفاق ذات النظام المتوازي فان معدل درجة الحرارة 63-75م في نهاية النفق وان الثمار عندما تجفف تكون ذات رطوبة منخفضة تتراوح 18-20% في حين تحدد قوانين دول اخرى بان لاتزيد نسبة الرطوبة النسبية عن 24% ، علما ان التقنات الحديثة التي تستخدم فيها الضغط المخلخل قد امكن خفض النسبة المئوية لرطوبة الثمار الى 15%وبذلك امكن حفظ الثمار لفترة اطول .

التجفيف الطبيعي

التجفيف الشمسي sun drying هو المقصود بالتجفيف الطبيعي بالاستفادة من اشعة الشمس المباشرة وغير المباشرة ، لتجفيف الكثير من الفواكه والخضراوات واللحوم وكان مختصر استخدام هذه التقنية على الفواكهة ذات النسبة العالية من السكر تكون هذه المواد حافظة، وكلما كان السكر مرتبطآ بالماء يكون الماء المتبقي يحتفظ بالطراوة أكثر وقيمتة الغذائية أعلى، وتطبق هذه الطريقة في المناطق ذات الدرجات الحرارية المرتفعة والجافة ومناخها خالٍ من الاتربة وفيها سقوط الامطار، وتتميز هذه الطريقة بعدم حاجتها الى اجهزة، لذلك كلفتها تكون قليلة وقد يزداد تركيز بعض العناصر الغذائية او يتحول من حالة الى اخرى وقد يتحول الكولسترول الى V.D وهي ميزة لهذه الطريقة، الا ان لهذه الطريقة مساوئ عديدة، منها :-

1- بطء عملية التجفيف فالخضراوات قد تحتاج الى 3-5 ايام لتجفّ، في حين تحتاج الفواكه 3-8 ايام للخوخ والمشمش والاجاص 7-14 يومآ

والعنب 10-25 يوماً والكمثرى 14-25 يوماً، في حين يحتاج التجفيف الصناعي 10-20 ساعة للفواكه و 8-10 ساعات للخضر او اقل من ذلك .

2- طريقة التجفيف الطبيعي لاتصلح لكل انواع الثمار فلا يمكن تجفيف ذات النوعيات العالية لان هذه الطريقة تؤدي الى احداث بعض التغييرات التي تجعل بعض الثمار والاغذية ذات قيمة غذائية متدنية .

3- لايمكن تخفيض نسبة الرطوبة الى اقل من 15% وهذه النسبة او اعلى منها تساعد على نمو الكثير من الفطريات والاحياء الاخرى .

4- تحتاج الى مساحات واسعة .

5- جهد العمل يكون كبيرة .

6- نسبة التصافي قليلة ، لاجل انتاج 1 كغم اجاص تحتاج 3 كغم من الثمار الطازجة، والعنب 4-كغم والمشمش 5كغم والخوخ 4,5كغم ثمار طازجة .

8-نوعية المنتجات تكون رديئة، فقد تفقد اللون والطعم والقوام، بسبب التغييرات الانزيمية كما انها تكون عرضة للاصابة بالحشرات والامراض التي تسبب تلفها .

تجفيف الازهار والاجزاء النباتية :-

تجفف الازهار مع الاجزاء النباتية، لاجل استخدامها في تنسيق الزهور والديكورات داخل الابنية او استخدامها في مواضيع صناعية كلوحات التصوير او الساعات الجدارية وغيرها ويتميز هذا النوع من الازهار او الاجزاء النباتية بان عمرها يكون طويلاً زيادة على عدم حاجة مثل هذه الاجزاء المجففة للعناية كما في الازهار الطبيعية الحية اضافة الى الكلفة الواطئة لهذه التقنية .

جمع الازهار لغرض التجفيف :-

تقطف الازهار المعدة للتجفيف قبل عملية النضج، اي قبل التفتح الكامل للازهار وان هذه الازهار المقطوفة المراد تجفيفها يمكن ان تستمر بالتفتح بعد القطف، وان معدل تفتحها سيكون عالياً وهو مؤشر على احتمال ذبول الاوراق التويجية، وفي هذه الحال ينصح بعدم قطف الازهار الذابلة ، يمكن ان تجمع الازهار والاجزاء النباتية المراد تجفيفها في اي وقت من السنة، فيكون موعد تجفيف الازهار ممتداً من الربيع المبكر الى الخريف المتاخر، وينصح بأن تؤخذ الازهار والاجزاء النباتية الخالية من الاصابات الحشرية والمرضية؛ لان هذه المسببات المرضية يمكن ان تنمو بعد عملية التجفيف مسببة تلفاً او تغيير لون الازهار او الاوراق او السيقان بعد عملية التجفيف، وينصح دائما ان تؤخذ الازهار غير المبلله بالمطر او الندى في ساعات الصباح الباكر، لما للرطوبة من اثر سلبي في عملية التجفيف، ويجب ان ننتبه الى ان الازهار لابد ان توضع سيقانها في اناء يحوي ماء لحين بدء عملية التجفيف؛ منعا لذبول هذه الازهار .

طرق التجفيف :

هناك ثلاث طرق لتجفيف الازهار والاجزاء النباتية، وهي:-

1- التجفيف الطبيعي (الهواء) natural or air drying

يمكن ان تجفف الكثير من الازهار والنباتات البرية بسهولة في مثل هذه الطريقة وثبت ان الازهار المراد تجفيفها لابد ان تحوي على طول محدد وثابت من السيقان، وتلف هذه الازهار على شكل مجاميع مربوطة بخيط مطاطي وبشكل مقلوب (على استقامة الساق والاوراق التويجية) والمكان الذي سوف تجفف فيه هذه الازهار يكون جافاً ، وتمتد هذه العملية لعدة اسابيع، وهذه الطريقة تناسب جميع الازهار المعمرة التي لاتذبل بسرعة، مثل زهرة الكاغد .

خطوات التجفيف الهوائي

1- تقطف الازهار في مرحلة قبل النضج .

2- تزال الاوراق السفلية من الساق .

3- ترزم السيقان في رزم صغيرة وتربط بخيط مطاطي .

4- التعليق بشكل مقلوب في مكان دافئ وجاف مظلم مع تجنب التعرض الى الاشعة المباشرة او غير المباشرة ويجدد الهواء في مثل هذه الغرف .

5- مدة التجفيف اسبوعين الى ثلاثة اسابيع .

قد يرغب في ثني سيقان هذه الازهار، لكي تعطي شكلا مميزا حسب التنسيق المطلوب بعد عملية التجفيف فنلجأ الى وضع السيقان دون الازهار في ماء دافئ لكي تسهل عملية ثني هذه السيقان بحسب الشكل المطلوب ، او يمكن ان تثنى السيقان بطريقة اخرى، إذ توضع السيقان دون الازهار في اوراق كارتونية تحوي على الشكل المطلوب وتبقى الى حين الجفاف فتأخذ الشكل المطلوب، ان اكثر الازهار التي تناسبها هذه الطريقة هي السنتوريا وزهرة الجرس وعرف الديك وزهرة الكاغد والسليفيا.

2-التجفيف بالضغط :

الضغط المراد في هذه الطريقة هو استعمال اثقال معدنية بوزن معين على الازهار او الاجزاء النباتية لغرض الحصول على شكل قد يكون مرغوباً للاجزاء النباتية، وبعض انواع الازهار اكثر من غيرها، يفضل في هذه الطريقة استخدام الازهار المبكرة النضج او امكانية تجفيف الازهار في مرحلة مرغوبة ومن مميزات هذه الطريقة ان تؤخذ الازهار في مرحلة البراعم الزهرية وحتى التفتح الكامل، ونتجنب تجفيف الازهار ذات السيقان اللحمية او ذات الاوراق والبتلات الرقيقة جدا، إذ تتعفن الاولى وتتمزق الثانية ودائما يفضل تجفيف الازهار المفلطحة كالبانسيه وكلما كان وقت التجفيف سريعاً كانت الازهار المجففة افضل وتميزت بقدرتها على الاحتفاظ

بالوانها لفترة طويلة ويتجنب ان تتعرض هذه الاجزاء الى ارتفاع في درجة حرارة التجفيف خوفا" من احتمال تغيّر في الوانها الى اللون البني ، وتوضع عادة بين طبقتين من المواد الممتصة ويجب ان تكون هذه الطبقات نظيفة وتبدل باستمرار الى ان تتم عملية الضغط بالضغط المحسوب حسب نوع الازهار بشكل بطئ يبسط الازهار ويجنبنا تلفها، ويفضل ان لاتستخدم الاوراق الصقيلة في عملية التجفيف لعدم قابليتها على امتصاص الرطوبة واكثر الازهار تستخدم للتجفيف في هذه الطريقة هي اللوتس ، البزاليا ، عرف الديك ، البانسيه ، الاراولة ، الجوري ، الزينيا ، السلفيا والاستر.

3- التجفيف في مخاليط

تستخدم في هذه الطريقة اكثر من خلطة لتجفيف الازهار بشكل طبيعي، وتتميز هذه الطريقة بان الازهار تجفف، لغرض التصدير او النقل بعد التجفيف او تستخدم العبوات نفسها في عملية التجفيف والتصدير واكثر المواد استخداما في التجفيف، هي :-

أ- البوراكس Borax

وهي مادة معقمة لحفظ الثمار وفيها يخلط البوراكس مع وسط اخر كمادة مالئة insert بنسبة وزنية او حجمية كالرمل الناعم النظيف او طحين الذرة او النشأ او التارك او اي مادة اخرى رخيصة الثمن خفيفة الوزن ، في حالة استخدام الرمل يجب ان يكون نظيفآ خالياً من الشوائب وقد لايفضل استخدام الرمل، لاسباب عديدة منها أنه ثقيل الوزن، فيؤدي الى ان تكون الازهار مفلطحة فهي لاتلائم كل الازهار كما لا تلائم تجفيف الازهار في مراحل الازهار المبكر وثقل وزن الرمل يزيد من كلفة الشحن، ويحتاج الى عمالة اضافية؛ لاجراء التنظيف منه، في حين استخدام دقيق الذرة على عكس ذلك .

ان الفعل الرئيس للبوراكس والمواد التي تخلط معه هو حفظ الازهار والاجزاء النباتية بشكلها ولونها الطبيعي، واذا اردنا ان نحصل على ذلك

لابد ان تكون التهوية جيدة و النسب المستخدمة هي 1 : 1 بوراكس : مادة اخرى ويمكن ان تزداد النسبة الى 1 : 6 وفي بعض الاحيان يفضل اضافة ملح الطعام من النوع غير المتأين بواقع 3 ملاعق كوب لكل 10 سم ^{3} من الدقيق او الرمل، إذ يكون مادة معقمة من خلال وجود الكلور فيه فيحفظ الازهار والاجزاء النباتية من التلف لفترة اطول .

ت- **السلكا** Silica gel

تستخدم في عملية التجفيف (سحب الماء)، غير أن تكاليفها عالية، لكن يمكن استخدامها اكثر من مرة مما يقلل تكاليفها ويمكن ان تكون اسرع واكثر فعالية اذا ما اخترنا احد انواع السلكا الذي تغمر فيه الازهار والاجزاء النباتية، وتكون مادة حافظة ومجففة في الوقت نفسه، اكثر انواع السلكا شهرة هي السليكا جيل البيضاء والسلكا جل المتميزة بوجود بلورات زرقاء فيها. ميزة هذه البلورات الزرقاء انها تؤشر المحتوى الرطوبي فكلما كانت السلكا ذات لون ازرق فهي مؤشر على ان المادة جافة لذلك عند وضع الازهار الرطبة في هذه السلكا يتحول لون البلورات الى اللون الوردي وعند تمام عملية الجفاف يتحول اللون الوردي الى اللون الازرق وهو مؤشر على تمام عملية التجفيف ، النسبة التي تستخدم هي 1,5-2سم^{3} في اوعية خاصة بها وعلى درجة حرارة مرتفعة وتوضع في فرن خاص لحين تلون البلورات باللون الازرق الفاتح، وتستغرق العملية حوالي الساعة، لنضمن جفاف الاجزاء النباتية وامكانية استخدام الازهار لفترة زمنية طويلة نسبيا قياسا الى طرق التجفيف الاخرى .

الفصل التاسع

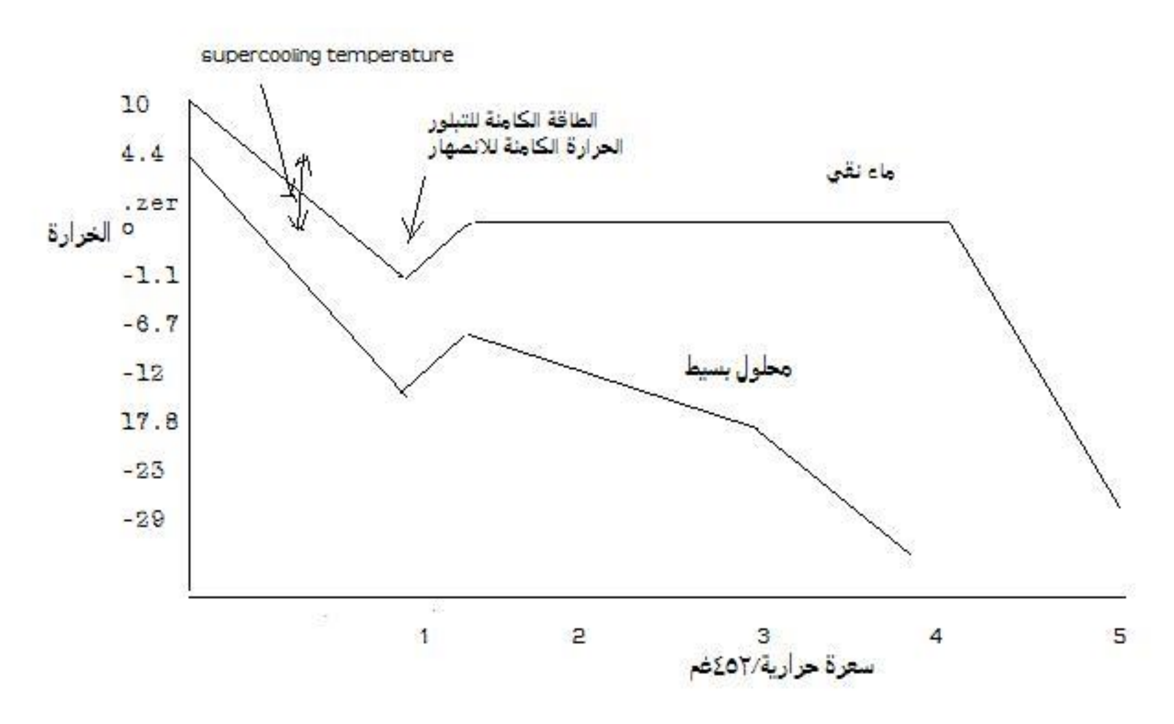
الحفظ بالتجميد: Freezing preservation

يعتبر الحفظ بالتجميد من انسب طرق الحفظ المستعملة حاليا في المحافظة على صفات الثمار والاغذية فالثمار المجمدة بهذه الطريقة لايضاهيها غذاء محفوظ باي طريقة اخرى من حيث احتفاظها بالصفات المطلوبة كاللون والطعم والنكهة اضافة الى سهولة اعداده للاستهلاك كما يتميز باحتفاظه بقيمته الغذائية لفترة طويلة .

درجة حرارة تجميد الغذاء:

عندما تتكون البلورات الثلجية يزداد انخفاض درجة تجمد اي محلول مائي، وكلما زادت كثرة المواد الصلبة فيها، فخلايا اي نسيج غذائي يحتوي على مركبات وعناصر كثيرة كالسكريات والمعادن والبروتينات والاحماض العضوية وغيرها، فاذا زاد تركيز هذه المواد انخفضت درجة انجمادها وازدادت فترة وصولها الى درجة الانجماد الكلية المطلوبة، وعلى هذا الاساس تعرف درجة انجماد اي محلول بأنها: درجة الحرارة التي سيكون الجزء الصلب منها في حالة اتزان مع الجزء السائل وبالنظر للتفاوت الكبير في تركيبة الثمار والاغذية فان درجة انجمادها ستختلف تبعا لذلك علما ان درجة الانجماد لعموم الاغذية (3,9-0) م^{o} تحت الصفر ويمكن ان تزداد لبعض الفاكهة، والاختلاف في هذه الاغذية يرجع الى الاختلاف في الانواع والاصناف والظروف البيئية المحيطة بالثمار، كما تؤثر طريقة التغذية الحيوانية على درجة انجماد منتجاتها فالعسل الناتج من التغذية الطبيعية يختلف عن العسل الناتج من التغذية الصناعية ويختلف منحنى التجميد تبعا لذلك باختلاف المواد المراد تجميدها بالنسبة للماء النقي وكل المحاليل البسيطة اذا وضعت في مجمدة فإنّ الماء يبدا بألانجماد بسبب فقدان كمية من الحرارة الى الجو المحيط به وعندما تصل حرارة المحلول الى الصفر، فإنه

يعني بداية تجمد هذا الماء او المحلول الا ان حقيقة مايحدث ليس كذلك بالضبط، فالحقيقة ان درجة الحرارة تنخفض اقل من هذه الدرجة قبل ان يحدث الانجماد وفي بداية تكون البلورات الثلجية سترتفع درجة الحرارة فجأة الى درجة الانجماد (الصفر) بسبب تحرر الطاقة الكامنة لتبلور عملية انخفاض درجة الحرارة الى ما دون الصفر تسمى درجة مادون الانجماد super cooling ، والذي يحفز او يبدئ بعملية الانجماد في الثمار والاغذية هو تكون مايعرف بالنوى Nucleation ، في هذه الحالة تترتب مجموعة من النويات بشكل يسمى النوى البلورية crystal nucleus وتكوّن هذه النوى بشكلين الشكل الاول تكوين بشكل متجانس وتسمى homegenous crystal ، والنوع الثاني تكون النوى البلورية غير متجانسة تسمى hetrogenous crystal ، الحالة المتجانسة تحدث دائما في حالة الماء النقي او الاغذية التي تحتوي على هذا الماء بنسبة عالية في هذه الحالة تترتب اعداد مناسبة من جزيئات الماء بشكل يماثل ترتيبها في الثلج، فتكون كتلة تشبه الثلج، هذه الحالة لاتحدث عند الصفر المئوي وانما في درجة اقل من ذلك وهو يفسر سبب انخفاض درجة حرارة الماء الى (- 1,1) م عند بداية التجمد .



شكل (73) يوضح الشكل مخطط تجمد الماء

الحالة الثانية : غير المتجانسة التي تتم عند وجود مواد صلبة صغيرة طبيعية ام صناعية وذات تركيب بلوري كما في الكثير من الثمار والاغذية المصنعة منها، فان مقدار الانخفاض الاولي في درجة الحرارة في مثل هذه الاغذية ستكون اكثر من الحالة الاولى ،بعد ان تنخفض درجة حرارة الماء الى مادون الانجماد (-17,8) م لابد ان نعرف ان الدرجة لا تنخفض في حالة الماء النقي مادامت هناك كمية من الماء على حالتها لم تتحول الى الحالة الصلبة بعد عند تحول كل الماء من الحالة السائلة الى الصلبة عند اذ تنخفض درجة الحرارة .

اما بالنسبة لانجماد الاغذية، فان هذه الثمار او الاغذية ستنخفض درجة حرارتها الى دون الصفر المئوي اذا وضعت في مجمدة اعتيادية درجة حرارتها- 17,8م ، نتيجة لتحول الماء الى ثلج (لكنها اقل من درجة انجماد الماء النقي) ثم يبدأ بعد ذلك المنحنى بالارتفاع الى درجة الانجماد ودرجة الانجماد ستكون اقل من درجة انجماد الماء النقي نتيجة لوجود المواد الذائبة فيه وبعد تكون نوى التبلور وبداية تحول الماء الى ثلج سوف يبدا انطلاق الحرارة الكامنة للانصهار لذلك فالانخفاض الذي سيحدث في درجة الحرارة بعد وصولها الى درجة الانجماد ستختلف عنه في حالة الماء، فهي تستمر بالانخفاض دون ضرورة تحول كل الماء الموجود في الثمرة او الغلاف الى ثلج ويزداد انخفاضها كلما زادت كميات المياه المتجمدة في تلكم المادة الغذائية، بسبب زيادة تركيز المحلول المتبقي والذي بدوره يعمل على خفض اعلى لدرجة انجماد المحلول ويجب ان نعرف حتى لو انخفضت درجة الحرارة للمادة الغذائية المراد تجميدها الى درجة -17,8م لابد ان تبقى كميات قليلة جدا من الماء داخل انسجة تلك الثمار او المواد الغذائية بحالة غير متجمدة وبقاء هذا الجزء على قلته سيلعب دورا مهما في تهيئة ظروف مناسبة لبعض التفاعلات التي تغير من صفات ذلك الغذاء، لأن بعض الاحياء المجهرية تعيش بعد -17,8م ، ويمكن ان يلاحظ من المنحنى المتغير الذي يحصل في نسبة الماء المتجمد في نفس الوقت الذي تجد ان مايقارب 30% من الماء يكون غير متجمد على درجة -3,9م الا ان هذه النسبة يمكن ان تنخفض الى 3% اذا ماانخفظت درجة الحرارة الى -9,4م

علما ان منحنيات الانجماد لابد ان تختلف باختلاف نوع الغذاء او الثمار وباختلاف تركيب هذه الثمار والاغذية الذي يمكن للظروف البيئية ان تلعب دور في ذلك .

التجميد السريع والتجميد البطئ : تتوقف السرعة التي يتجمد فيها الغذاء على عوامل، منها:-

ا- الطريقة المستخدمة .

2- درجة حرارة التجميد .

3- سرعة الهواء .

4- نوع الثمار .

5- طريقة اعداد الغذاء حصرا .

عمليا يطلق على الثمار او الاغذية التي اذا جمدت لفترة نصف ساعة او اقل بالتجميد السريع واحيانا يعرف هذا النوع من التجميد، بأنه ذلك النوع من التقنية الذي تكون فيه سرعة تكوّن الثلج او مكوناته بحدود 0,3 سم^3/دقيقة او اكثر بقليل من ذلك اذا ماستخدمنا درجة حرارة -40م ينقل بعد ذلك الغذاء المتجمد الى غرف الخزن ذات الدرجات الحرارية المنخفضة ،

اما التجميد البطئ : فيطلق على التجميد الذي تزيد مدة انجماد الثمرة او المادة الغذائية عن نصف ساعة وعموما فان الوقت الذي يحتاجه هذا النوع من التجميد من 3-72 ساعة وفيه تستخدم درجة حرارة -23,3م او اقل وبصورة عامة يمكن ان نستخدم درجة حرارة من -15 الى-29م في هذه النوع من انواع الخزن المجمد تنقل بعد ذلك الثمار الى غرف مجمدة اخرى يكون فيها معدل درجة انجمادها -23م .

مزايا التجميد السريع :-

1- صغر حجم بلورات الثلج التي عادة تكون داخل وخارج الخلايا وبذلك يقل تاثير هذه البلورات على تركيب الخلايا وفي جدرانها وبالتالي المحافظة على القيمة المظهرية والغذائية للثمار والاغذية ، يسبب ذلك قلة خروج العصارة الغذائية وبالتالي قلة فقدان العناصر الغذائية .

2- سرعة تحول الغذاء من الحالة غير المتجمدة الى الحالة المتجمدة وهذا يقلل من تاثير مايسمى بالتركيزconcentration effect (يؤثر على الازموزية) .

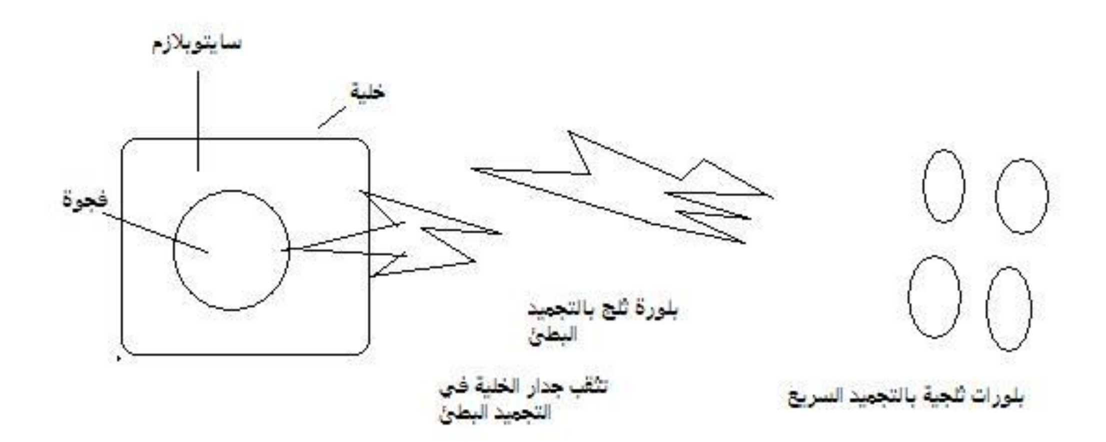
3- ان تأثير التجميد السريع يكون واضح جدا في منع او تقليل نمو الاحياء المجهرية ومنع او تثبيط او تقليل فعالية الانزيمات التي يعود لكليهما، السبب الرئيس في تلف الاغذية المجمدة وفي هذا المجال لابد ان نعرف انه عندما تكون جدران خلايا نسيج الثمرة او الغذاء او نسيج الغذاء طبيعية لم تتعرض بعد الى اي معاملة يمكن ان تغير في تركيبها التشريحي .

ان موضع تكوين البلورات الثلجية كما سبق داخل وخارج الخلايا في حالة التجميد السريع اما في حالة التجميد البطئ فان البلورات المتجمدة ستكون خارج الخلايا فقط واذا ماعوملت الثمرة او المواد الغذائية باي معاملة اضافية قد تؤدي الى الاضرار بالنسيج الثمري او الغذائي الذي سيؤثر بعد ذلك في تمزيق جدار خلايا تلك الثمرة او الغذاء فان موضع البلورات سيصبح واحد سواء اكان التجميد بطئآ او سريعآ ، وقد يكون سبب تكون البلورات خارج الخلايا كما في التجميد البطئ الى احتمال كون درجة انجماد المحلول الموجود خارج الخلايا اعلى من درجة انجماد المحلول داخلها .

وثانيهما تكون نواة الماء المتجمد غير المتجانس داخل الخلايا وقد يكون مايحدث هو ان البلورات الثلجية المتكونة خارج الخلايا تكون ذات ضغط بخاري اقل من الماء الموجود سطوحها فينشأ عن ذلك الفرق بالضغط انتقال الماء من داخل الخلية الى خارجها، لتبلوره على اسطح الجدر الخلوية وفيما بين الخلايا وكلما زاد بطئ التجميد زادت حرية انتقال الماء من داخل

الخلايا الى خارجها ويصحب هذه العملية تقلص الخلية وانخفاض في درجة انجماد بروتوبلازمها وقد تكون شدة تاثير مثل هذه الحالة بعدم حدوث اي انجماد لداخل هذه الخلايا وان عدد البلورات الثلجية التي تتكون في حالة التجميد السريع تكون كبيرة جدا .

وهناك فرضية تقول انه كلما زاد عدد النوى قل حجم البلورات الثلجية المتكونة وبالعكس اذاكان عدد النوى اقل فان حجمها يكون اكبر وان قصر مدة التجميد يؤدي الى قصر مدة تكون البلورات الثلجية وبذلك لن يسمح لهذه البلورات ان يزداد حجمها وبذلك سيكون هناك عدد كبير جدا من هذه البلورات لكن بنفس الوقت ذات حجم صغير ونهايات غير حادة مما يعني عدم تاثيرها في انسجة واغشية الثمار والخلايا الغذائية عكس البلورات الثلجية الكبيرة الحجم فان بطئ تكوين هذه البلورات سيسمح لها ان تكون بشكل كبير وبحافات حادة نتيجة لبطئ عملية التجميد فتؤدي هذه الحافات الى تمزق الجدر والانسجة وبالتالي فقدان الخلايا لعصيرها الغذائي ما يعني التاثير في شكل الثمرة ونوعيتها وقيمتها الغذائية واحتمال تلفها خاصة اذا انتقلت المواد الغذائية من الفجوة العصارية الى خارجها في السايتوبلازم، لتكون تحت تأثير الانزيمات الموجودة في هذا الوسط الخلوي شكل (71).



شكل (71) تكون شكل البلورات في حالة التجميد السريع والتجميد البطئ

طرق التجميد:

هناك ثلاث طرق لتجميد الثمار والغذاء :-

1- التجميد بالهواء Air freezing methods .

2- التجميد بالملامسة (التجميد بالتماس غير المباشر) Indirect freezing with refigerants

3- التجميد بالغمر direct immersion freezing methods .

التجميد بالهواء :

هو من اقدم الطرق وفي هذه الطريقة توضع الثمار في غرف معزولة جيداً يكون معدل درجة الحرارة من -23 الى -29 م اول ماستخدمت 1868 وسميت بالتجميد الحاد او التجميد الصاعق sharp freezing methods لانه كان ينظر في ذلك الوقت الى ان اي انخفاض عن درجة -17,8م على انه انخفاض كبير وغير اعتيادي في درجات الحرارة .

تعد طريقة التجميد بالمجمدات المنزلية احد اشكال هذه الطريقة التي تسمى تميزاً بطريقة التجميد بالهواء الساكن stillair freezing methods ويعتمد على حركة الهواء البسيطة غير محسوس بها تكون متسببة عن وجود تيارات الهواء (تيارات الحمل) وقد توضع مراوح خاصة في هذه الحالة ستكون حركة التيار الهوائي محسوسة الا انها تكون بشكل محسوب .

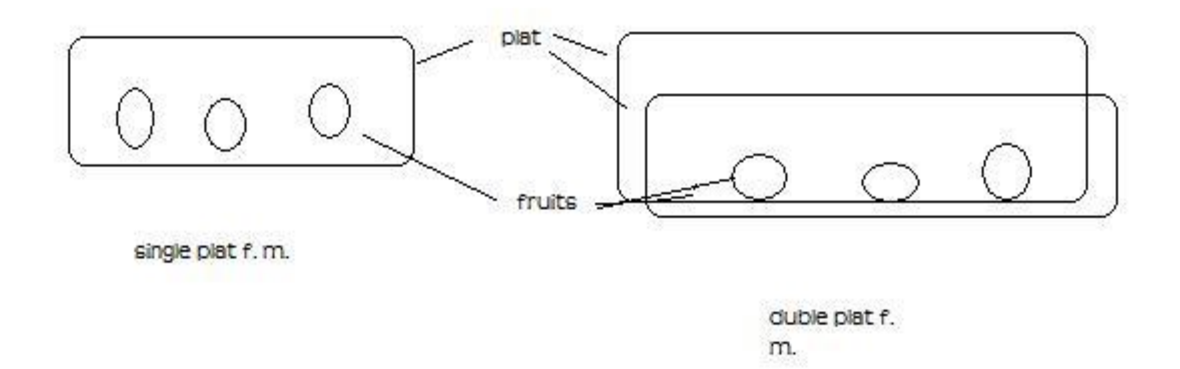
مدة التجميد في هذا النوع تعتمد على حجم المادة الغذائية وتتراوح من بضع ساعات الى بضع ايام ويمكن ان تسمى هذه الطريقة بالتجميد الفائق sharp freezing وهذه التسميات كانت بسبب وقت الاكتشاف لهذه التقنية ان اي حفظ للثمار في درجة حرارة اقل من الصفر المئوي سيعتبر ذلك انتصارا كبيرا ان لطرق التجميد بالهواء اشكال عديدة اخرى تطبق بشكل تجاري ومن اكثر هذه الطرق شيوعا هي طريقة التجميد تسمى Blast freezing method تراوح درجة الحرارة من -29 الى -46 م وتكون سرعة الهواء

فيها 600-900م/دقيقة لذلك فان وقت الانجماد للاغذية بهذه الطريقة سينخفض الى خمس الوقت الذي يحتاجه الهواء الساخن .

وهنال طريقة تسمى fludized bed system يستخدم فيها الهواء او تسمى بطريقة التجميد بالانفاق Tunnel freezing method وفيها يدفع الهواء المبرد اسفل الحزام الناقل للمواد الغذائية الموضوعة على شريط ناقل شرط ان يؤدي حركة اهتزازية في الثمار المراد تجميدها وتستعمل مثل هذه الحركة على منع تجميد الغذاء على شكل كتل وفي الوقت نفسه هذه الحركة ستعمل على ضمان وصول الهواء الى كافة اجزاء الثمار والمواد الغذائية المراد تجميدها وبذلك سنضمن سرعة انجماد هذه المواد بوقت قصير .

التجميد بالملامسة غير المباشرة :-

الثمار التي تجمد بهذه الطريقة لاتكون بتماس مع سائل التجميد، وانما توضع على اسطح معدنية مبردة بذلك السائل، لهذا فان الثمار والاغذية في مثل هذه الحالة ستكون بتماس مباشر مع الاسطح المجمدة لكن من جهة، واحدة لذلك يسمى مثل هذا التجميد single plate freezing method او تكون بتماس مباشر مع الجهتين duble plate freezing method ، تتميز طريقة الاتصال غير المباشر بان الغذاء بتماس مباشر مع السطوح الباردة لكنه يكون بتماس غير مباشر مع مادة التبريد بشكل عام تستعمل هذه الطريقة في تجميد الاغذية الصلبة كاللحوم والاسماك ويمكن ان تستخدم في تجميد الخضر والاغذية العجينية القوام وحتى العصيرية ولكي تكون اكثر اقتصادية فانها تنشأ على شكل طوابق وبذلك تجمد مواد اكثر شكل (72).



شكل (72) احد طرق تجميد الثمار

التجميد بالغمر :-

تتضمن هذه الطريقة الغمر المباشر للثمار والمواد الغذائية او غمر العبوات الحاوية على الغذاء في وسط التبريد وقد يرش وسط التبريد على هذه المواد الغذائية او عبواتها لذلك تتميز هذه الطريقة بالاتي :-

1- التقليل من مقاومة النقل الحراري وجعلها في حدها الادنى .

2- التقليل من فرص اكسدة المواد الغذائية اثناء تجميدها خاصة الاغذية الحساسة لعملية الاكسدة لاحاطتها بسائل التبريد وابعادها التام عن الهواء الخارجي .

3- الحصول على نوعية جيدة من الاغذية .

وسائط التبريد المستخدمة :

ان وسط التبريد المستخدم هنا اما ان يكون محلول لاحد المواد كالملح او السكر او الكليسترول او propylen glycol او يكون غازاً مضغوطاً كالنايتروجين السائل او اوكسيد النتروز وهناك نقطة مهمة في وسط التبريد هي يجب ان يكون نقياً وصحياً وان لايؤثر على الاغلفة المستخدمة لحفظ الغذاء وان لايعطي رائحة اونكهة غير مرغوبة؛ لهذا السبب ابعد غاز الفريون وغاز الامونيا ، وفي حالة استخدام ملح الطعام يفضل استخدام تركيز 21% هذا التركيز قادر ان يخفض درجة الحرارة الى -18م واذا رفع التركيز الى 23% فان درجة الحرارة ستنخفض الى -28م وعندما تصل درجة الحرارة الى هذا المعدل تسمى Eutectic temperature ومحلول الملح المستخدم يسمى Eutectic solution (mixture) or Eutellir ومن التطبيقات العملية فانه لايمكن استخدام المحاليل السكرية او الملحية عند درجة Eutectic ، لانه عند اذ يكون متصلبا لذلك تستخدم درجة حرارة اعلى من ذلك لضمان تجميد الثمار والاغذية بشكل جيد .

وفي حالة استخدام المحاليل السكرية والملحية في تجميد الغذاء لابد ان تكون مغلقة بشكل جيد كي لايتحول طعم هذه المواد الى الطعم المالح او الحلو مما يؤثر سلبا على قيمتها .

معدل التجميد Rate of freezing temperture

هنالك خلاف في الراي حول ايهما اكثر اهمية في شدة الضرر للحاصل الغذائي المجمد هل هو زيادة تركيز المواد المنحلة للمادة الغذائية ، أم كمية البلورات الثلجية المتشكلة ؟

الجواب على ذلك سيتوقف على نوع الثمار او المادة الغذائية المراد تجميدها وكذلك على سرعة انجاز هذه العملية، وفي كلا الحالتين فان انعكاس ذلك سيكون على مقدار الجودة وكلما كان معدل التجميد سريعاً امكن الاحتفاظ بجودة عالية للثمار والاغذية، وان التجميد السريع سينتج عنه بلورات ثلجية

صغيرة، وبالتالي يؤدي ذلك الى جعل تاثير ازدياد التركيز في حده الادنى، لانه سيختصر المدة التي تكون فيها المحاليل مرتفعة التركيز بتماس مباشر مع انسجة الثمرة او الاغذية او حتى مع المواد الغروية خلال مرحلة الانتقال من حالة التجمد الجزئي الى حالة التجمد الكلي لهذا تصمم كل الاجهزة الحقلية من اجل انجاز عملية التجميد بشكل سريع من جهة النظرية العلمية تعتبر سرعة التجميد كافية لمعظم الاغذية، اذا تمت بمعدل 1,25 سم^3/ساعة لذلك يمكن ان يتم تجميد عبوة لمادة غذائية سمكها حوالي5سم والوصول بدرجة حرارة مركز كتلتها الى -17,8م او اقل من ذلك خلال فترة زمنية تقارب ساعتين لكن المجمدات التي تعمل بالنايتروجين N يمكن ان تختصر هذا الوقت الى بضعة دقائق لهذا فالتطور الحاصل بالعلوم في استخدام انواع الغازات والمحاليل التي تتميز بقدرتها حفظ المواد الغذائية المراد تجميدها بشكل سريع سواء بطريقة الغمر المباشر أم غير المباشر قد عمل ثورة في مجال تجميد الثمار والمواد الغذائية .

اختيار درجة حرارة التجميد النهائية :

اذا جعلنا كل العوامل المتعلقة بالتجميد والمتغيرات التي تحدث لقوام تلك المواد وكذلك التغييرات الفيزياوية والكيمياوية وحتى الانزيمية ونشاطات الاحياء المجهرية يمكن ان نستنتج قاعدة عامة تشير الى وجوب الوصول الى درجة حرارة مركز الكتلة الغذائية هي -17,8م او دون ذلك مع ضمان الابقاء على مثل هذه الدرجة طول فترة الخزن ان الاساس في اختيار مثل هذه الدرجة للتجميد والتخزين كان نتيجة لمجموعة من البحوث التي اخذت بعين الاعتبار الكلفة والجودة من الناحية المكروبية ليس هناك اي مسوغٍ مقبولٍ لاختيار هذه الدرجة، لان كل الاحياء المجهرية الممرضة لاتنمو على اقل من (5م) او تكون فعاليتها قليلة جدا اضافة الى الاحياء المجهرية المسببة لتلف الثمار والغذاء لن تستطيع النمو على درجة -9,4م فقد ترتفع درجة الحرارة اثناء الخزن والتداول؛ لذلك فان اختيار درجة -18م سيوفر الكثير من عوامل السلامة كما تعتبر هذه الدرجة التي يمكن من

خلالها التحكم بالكثير من التفاعلات الانزيمية علما ان هناك تفاعلات انزيمية يمكن ان تحدث تحت -73م لكن تكون منخفضة جدا تحت هذه الدرجة ، ان مثل هذه الدرجة قد لاتوقف كل التفاعلات الكيمياوية والانزيمية لكننا يجب ان نعرف ان هذه الدرجة يمكن ان تعيق مثل هذه التفاعلات وهناك قاعدة تنص على ان معدلات التفاعلات ايا" كانت ستنخفض الى النصف مقابل كل انخفاض في درجة الحرارة مقداره 0,1م^o .

الاضرار الناتجة عن ازالة حرارة التجميد :

تعرض الاغذية للاضرار التي تنجم بسبب تجميدها بشكل بطيء للمرة الثانية او اكثر لاسيما عند تعرضها لازالة حالة التجميد البطيء او الذوبان البطيء ولاسيما بعد اخراج بعض من هذه المواد المجمدة لغرض استهلاك جزء منها واعادتها مرة ثانية لكي تتجمد وليس ضرر أكثر على جودة الاغذية المجمدة من تكرار تجميدها وذوبانها اثناء الخزن المجمد حتى وان لم يكتمل ذوبانها لأنها لابد ان تتأثر قيمتها الغذائية عندما ترتفع درجة الحرارة من -18م الى -12م ثم عودة تجمد المواد السائلة مرة ثانية ويجب ان نعرف ان هذا الماء السائل مصدره في الاصل عندما كان الغذاء مجمداً هو بلورات ثلجية صغيرة ففي التجميد للمرة الثانية سيتجمد هذا السائل مكوناً بلورات ثلجية جديدة ستلتصق مع البلورات الثلجية الاخرى التي لازالت موجودة في الثمرة او الغذاء، وذوبان حجم هذه البلورات اضافة الى ان عملية التذبذب الحراري لثمرة او مادة غذائية يؤثر بشكل او باخر على القيمة الغذائية لتلك المادة من خلال التأثير المباشر على التفاعلات الحيوية للثمرة نفسها او الاحياء المجهرية التي يمكن ان تكون موجودة فالانصهار على سبيل المثال اذا كان سريعاً فان نمو الاحياء المجهرية سيكون بطيئاً او قليلاً في حين اذا كان وقت الانصهار بطيئياً او لفترة اطول فلابد ان نتوقع ان نمو الكائنات الحية في مثل هذه الحالة سيكون اكبر.

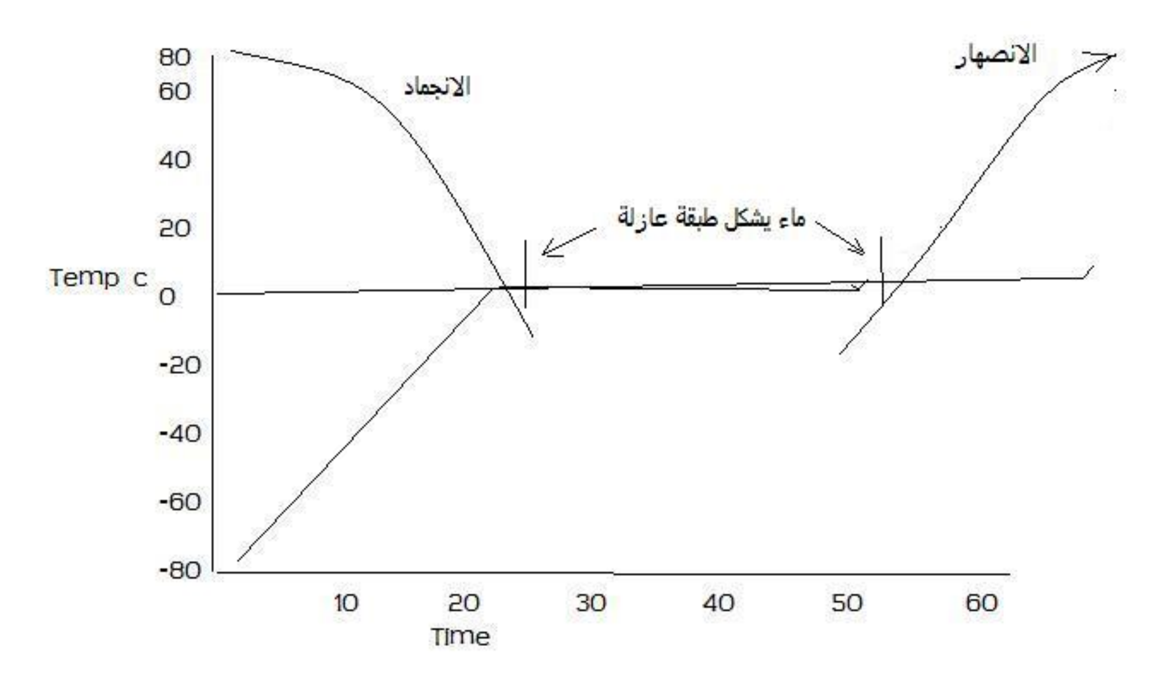
اما بالنسبة للتغيرات التي ستحدث عند الانصهار فانها في حقيقة الامر حدثت في وقت الانجماد لكنها ستظهر بشكل كلي عندما تنصهر تلك الاغذية

وفي مقدمة هذه التغيرات خروج العصارة من نسيج الغذاء ويمكن ان تسمى هذه الحالة في اللحوم بعملية Dripping وتسمى في بعض الثمار مثل التمر بعملية التسكر التي هي في الاساس عبارة عن عملية تسرب لبعض المواد الغذائية Leakage بالاخص السكريات في ثمار الفاكهة والخضراوات عند الذوبان الذي سيحصل للثلج او بلوراته فان مثل هذه العصارة قد تنصهر مرة ثانية او قد تفقد الى الخارج وهو يحدث في الغالب في الخضراوات او الفواكه والاغذية هذا يعني خسارة كبيرة في القيمة الغذائية (التسكر في التمر يسبب نمو الاحياء على السائل السكري الذي يترشح منه الماء فيبقى السكر لذلك يخزن التمر على درجة حرارة -6م، والعامل عند اخراج جزء منه يطفئ التيار الكهربائي فترتفع درجة الحرارة فتنتشر السوائل مع العلم ان المبيدات الاحيائية لاتعمل اثناء التجميد ولايمكن تغطيس الثمار بالمبيد) تتجمد المبيدات الاحيائية وتلتصق بالثمار وعند الاذابة تزال قشرة الثمار ويحدث هذا في ثمار البرحي خاصة واهم فطر ينمو عليه هو البنسيليوم لذلك عملية التهوية في المخازن المجمدة في غاية الاهمية والتهوية لاسيما بين الثمار المجمدة لان تراكم الرطوبة سيؤدي الى نتائج سلبية جدا ، نتجنب قدر الامكان اي تذبذب في حرارة المخزن لانها ذات اثر كبير على القيمة الغذائية .

الوقت اللازم لصهر(اذابة) الغذاء المجمد:-

تستغرق الثمار الصلبة والاغذية الصلبة المركزة عاليا التي تنتقل فيها الحرارة بصورة رئيسية بطريقة التوصيل الحراري مدة زمنية لغرض اذابتها وتكون هذه المدة اطول من المدة الزمنية اللازمة التي تستغرقها في عملية الانجماد، والسبب في ذلك الى الاختلاف في معامل التوصيل الحراري والاشعاع بين الماء والثلج، ففي عملية التجميد تنتقل الحرارة لتمر الى سطح الثمرة او سطح الغذاء المراد تجميده بالتقدم الحاصل في الجزء الفاصل بين اجزاء الثمرة المتجمدة باتجاه داخل الثمرة او الغذاء، ولابد ان نعرف ان الجزء المتجمد ستتغير درجة حرارته بصورة سريعة جدا، بسبب

ان معامل التوصيل الحراري ومعامل الاشعاع للثلج او اي مادة يراد تجميدها هو اعلى من معامل التوصيل والاشعاع للماء، اما في عملية الاذابة فانه وان كانت درجة الحرارة المستخدمة لهذا الغرض تنفذ بسرعة خلال الثلج الى داخل الثمرة او الغذاء المجمد في بداية العملية، الا ان ذوبان الطبقة الموجودة على سطح الثمرة وازدياد سمك هذه الطبقة سوف يعرقل انتقال الطاقة الى الداخل وذلك بسبب ان معامل التوصيل الحراري للماء هو اقل منه للثلج وبالمثل فان تغيير درجة حرارة الطبقة الذائبة سيكون بطيئاً لكون معامل اشعاع الماء هو اقل من معامل الاشعاع للثلج لذلك نتوقع ان وقت الاذابة سيكون تقريبا ضعف وقت الانجماد وان الجزء الاكبر من الوقت في الاذابة سيستهلك عند درجة حرارة اقل من درجة حرارة الذوبان مثل هذه الفترة من عملية الاذابة سيكون حرجاً للغاية؛ لان كثيراً من التغييرات غير المرغوب فيها ستحدث عند هذه الدرجة وهذا يتوقف على الفرق بين وقت الاذابة ووقت التجميد وعلى نوع الثمرة او الغذاء المنتج لاختلاف المكونات لكل نوع من هذه الثمار او الاغذية شكل (73).



شكل (73) الوقت اللازم لانصهار التلج

تأثير التجميد في القيمة الغذائية للثمار

ليس لعملية التجميد اثرٌ سلبي في القيمة الغذائية لاي ثمرة او غذاء يراد تجميده الا ان العمليات التي تتم اثناء تحضير الثمار للتجميد او تحضير المواد الغذائية قبل تجميدها والتي تجري لغرض التجميد قد يكون فيها الاثر الضار من حيث فقدان مكوناتها الغذائية كفقد الفيتامينات الذي يمكن ان يتم اثناء الغسل او السلق او الهرس، وقد تتلف بعض الفيتامينات او تتاكسد عندما تتعرض الى الهواء الخارجي وحتى في عملية الاذابة، وان اية عملية ستؤدي الى تمزق الانسجة النباتية وينتج عنها العصارة وضرر بالقيمة الغذائية ولابد ان تتاكسد في عمليات التحضير، علما ان فقدان هذا المركب يمكن ان يحدث اثناء تحضير المادة وكذلك اثناءعملية السلق التي تتم في تحضير بعض المواد الغذائية سيكون في غاية الاهمية وضرورية جدا؛ لانها ستكون مهمة في قتل الانزيمات وبالتالي المحافظة على محتويات الاغذية من الفيتامينات لكن هذه العملية قد تتلف جزءا مهم منV.B1 ويتغير جزءٌ من V.B2 اثناء تحضير الغذاء المجمد اي ان التبريد بالماء مثلا مباشرة بعد السلق لتوقيف الانزيمات التي تشتغل في درجات الحرارة العالية او التفاعلات الحيوية التي تتم عند درجات الحرارة العالية ، اما بالنسبة لفقدان العناصر الغذائية ثبت انها لا تتاثر بالتجميد الاان عمليات التحضير او الاذابة والانجماد ومابعد الانجماد يمكن ان تؤثر بشكل سلبي على هذه العناصر .

استعمال الماء البارد في الغسيل لعملية تحضير الثمار وتقليل فترة عملية الغسل بهذا الماء سوف يقلل من فقدان المواد الصلبة من ثمار الفواكه والخضر ثم ان استعمال الماء الحار في عملية السلق سوف يقلل الفقد بالعناصر الغذائية لكن قد يحدث غسل للسكروز ان غسل كل من الكلوكوز والفركتوز اثناء عملية التجميد يبقى مثل هذا العامل غير مؤثر في القيمة الغذائية للثمار.

الفصل العاشر

التجفيد : Freez-dehydration methods

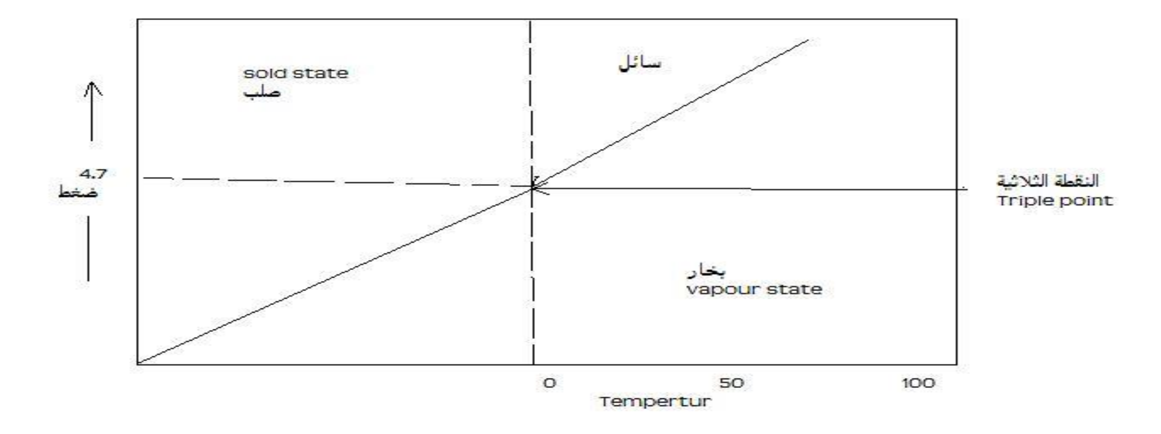
يعتبر الباحث الامريكي Feldes donrf اول من ابتكر طريقة التجفيد في حفظ الاغذية عام 1940 ، ومنذ ذلك الوقت والتجارب مستمرة من اجل تحويل هذه الفكرة من الناحية النظرية الى التطبيق وقد ركزت الجهود بشكل واضح لتطوير هذه الفكرة في الحرب العالمية الثانية نظرا للحاجة الى بلازما الدم مجفف لجرحى الحرب اضافة الى الرغبة في توفير اغذية مجففة قليلة الوزن وذات نوعية غذائية عالية وقابلية خزن تغذي المقاتلين وتساعدهم في الظروف الصعبة التي يعيشونها اثناء القتال ، اساس الفكرة هو استخدام جو مفرغ يمكن ان يتم التحكم فيه بظروف درجة الحرارة والضغط لذلك تجف المادة الغذائية بتحويل الماء الموجود فيها من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية (بخار) من دون ان تمر بحالة السيولة وهو مايسمى بعملية التجفيد ، ان تحوله من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية مبنية على اساس الاستفادة من ظاهرة (النقطة الثلاثية للماء) النقطة الثلاثية للماء عند توافر بعض الشروط لكل من درجة الحرارة والضغط الملائم يمكن للماء العادي ان يوجد في ثلاث حالات هي الحالة الصلبة والسائلة والحالة الغازية وتحدث عند هذه النقطة اذا ما خفضت درجة الحرارة الى 0,0099م وضغط جوي مقداره 4,579 ملم زئبق ويختصر الى 4,6 ، كيف تتم هذه العملية في عملية التجفيد تتم هذه العملية بوجود خطوتين رئيستين .

1- خطوة التجميد frezzing step . 2- خطوة التجفيف dehydration .

طريقة التجفيف في هذه الطريقة تختلف عن التجفيف الاعتيادي فالرطوبة في هذه الطريقة تزال عن طريق عملية التسامي sublimation بوضع الغذاء في غرف خاصة مصممة بتصميم خاص يمكن ان يخفض الضغط فيها vacum chamber تحت تفريغ عالٍ جدا، إذ يخفض الضغط في هذه

الغرف الى 0.1-2 ملم زئبق وفي نفس الوقت يسيطر على درجة الحرارة للمادة الغذائية المراد تجفيدها ويجب ان تكون درجة حرارتها قريبة من درجة الصفر المئوي بحدود 0,0099 درجة مئوية في مثل هذه الظروف فان الماء الموجود في الاغذية سوف يبدأ بالتسامي وبتقدم هذه العملية تبدا طبقة الثلج بالانحصار الى الداخل نتيجة لانتقال درجة الحرارة وفي الوقت نفسه سيزداد سمك الطبقة الجافة اي ان الجفاف لهذه المادة سوف يبدأ من سطح المادة الغذائية باتجاه مركزها وتستمر هذه العملية الى ان نضمن ان نسبة الرطوبة في داخل الغذاء ستنخفض الى 5% ، النقطة الاهم في هذه العملية ان فقدان الرطوبة من الغذاء وهو في حالة الانجماد ستترك جزيئات الثلج المتسامية مكانها فارغا لذلك سيكون قوام المادة الغذائية الجديدة بهذه الطريقة مساميا اي اسفنجيا ، يمكن ان تستغرف عملية التجفيف 9 ساعات بمعدل عام وفيها تنخفض نسبة الرطوبة الى 3-5 % حسب نوع الغذاء وبعد ان تتكفل هذه الطريقة برفع الضغط الجوي الذي كان منخفضا الى الضغط الجوي الاعتيادي بعد ان يضاف غاز خامل لهذه الغرفة كغاز النايتروجين ولابد من اضافة هذا الغاز، لانه وجد اذا رفع الضغط الجوي الى الضغط الجوي الاعتيادي فان دخول الهواء الى مسامات الغلاف ستكون النتيجة ان هذا الغذاء ذو قابليه خزنية غير جيدة وقد امكن بهذه الطريقة خزن لحوم الابقار لفترة قاربت ستة شهور على درجة حرارة 38م بدون تغيير في صفاتها .

اما بالنسبة للاغذية المصنعة من الفاكهة والخضر فان مايميز هذه الاغذية هو امكانية خزنها لفترة اطول وستكون قادرة على امتصاص الماء الى الحد الذي يمكن ان يستعيد شكلها الطبيعي خلال فترة زمنية قصيرة وبدون تاثير على قيمتها الغذائية العالية التي احتفظت بها بعملية التجفيد هذه، ولقد امكن تطبيق هذه الحالة حتى على بعض منتجات الثمار من الخضراوات والفواكهة وعلى منتجات بعض الحيوانات فقد جفف الحليب وجفف الدبس وجفف الكثير من الثمار شكل(74) .



شكل (74) تحول الماء المتجمد الى بخار بدون المرور في حالة السيوله

حفظ الاغذية بالتشعيع Food preservation by radiation

كانت بعض المعلومات متوفرة عن تاثير الاشعة على الاصابة المجهرية والطفيليات والحشرات منذ بداية القرن العشرين الا ان مايخص الغذاء لم يظهر الا في اواخر عام 1940 وتعتبر البحوث التي ابتدئها Proctor في امريكا اواخر العام 1940 من اوائل الابحاث التي استهدفت دراسة امكانية استخدام الاشعة في مجال الاغذية .

اسس الحفظ بالاشعة :

تشابه طريقة الحفظ بالاشعة طريقة التعليب المعروفة تستخدم أقل من الطريقة الحرارية في حفظ الاغذية المعلبة، اما في التشعيع فان الطاقة المستخدمة في عملية الحفظ هي طاقة التاثير الاشعاعي Ionizing Radiation ، كلا الطريقتين مبتكرة من قبل الانسان على عكس طريقة التجفيف والتجميد والتمليح والتدخين، فهي اساليب طبيعية أوجدتها الطبيعة وطورت من قبل الانسان والمهم ان الاشعاعات المتأينة تمتلك القدرة على

حفظ الاغذية بسرعة وامان في الوقت نفسه وباسلوب اقتصادي ودون الحاجة الى رفع درجة الحرارة الداخلية لاكثر من بضع درجات وصولا الى الهدف المطلوب هو تثبيط الخلايا البكتيرية والاحياء المجهرية الاخرى والبيوض وقد ثبت ان هذه الاشعة بامكانها ان تقضي على كل الاحياء المجهرية عندما تكون هذه الاطعمة موجودة في اي وسط معرض للاشعة ، للاشعة القدرة على اختراق مثل هذا الوسط عندما لايكون كمياتها كبير جدا لذلك يهدف استخدام جرعاً كافية من الاشعة تقضي بالاخص على سبورات Clostridium و Potulanium .

البكتريا الاستاندر ، اذا وجدت بكتريا تقاوم الاشعة اكثر خاصة في استطاعتها تغيير صفات الغذاء حتى عندما تبقى باعداد قليلة جدا ، وتختلف الانزيمات عن الاحياء المجهرية في درجة مقاومتها للاشعة، والقضاء عليها لابد من استخدام جرع عالية قد تصل 10 اضعاف الاشعة اللازمة للقضاء على فعالية الاحياء المجهرية، لذلك قد تكون تكاليفها عالية ويحتمل أن يحدث تغيير في صفات الغذاء لدرجة أنه قد يكون غير صالحٍ للاستهلاك البشري ومع وجود هذه المشكلة فان هناك بعض الاغذية تغيير بالتشعيع وتحدده نوع الثمار والاغذية ومرحلة النضج والجرع المستخدمة والمجازة التي ثبت عمليا عدم وجود اي تاثير سلبي ضار على صحة الكائن الحي .

الاشعة المستخدمة في حفظ الثمار والاغذية :-

ان الاشعة المتأينة من الاشعة الرئيسية المستخدمة في حفظ الثمار والاغذية التي تتميز بمقدرتها على تكوين ايونات بشكل مباشر او غير مباشر في جزيئات المادة التي ستستخدمها وتكون هذه الايونات بصورة رئيسية في المحتوى الرطوبي للثمرة والغذاء الموجود من هنا تبدا فعالية هذه الايونات بشكل عام فان الاشعة المستخدمة تشمل الاشعة السينية – كاما –بيتا والبروتونات – النترونات – جسيمات الفا

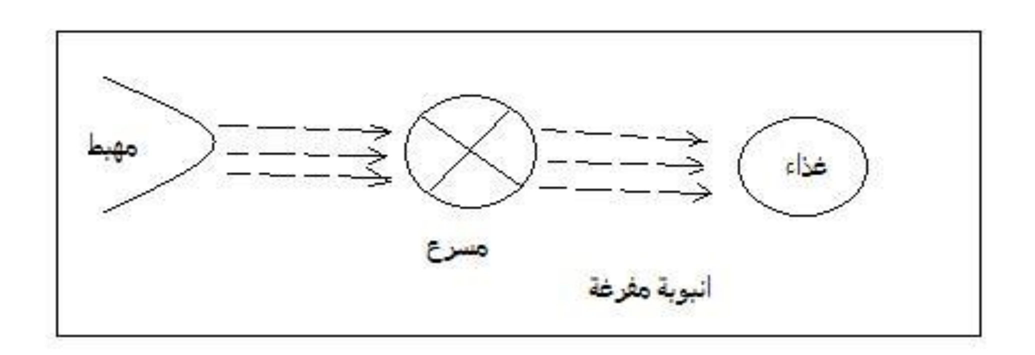
1- الاشعة السينية :- اشعة كهرومغناطيسية لاتمتلك شحنة او كتلة وطول موجاتها اقصر من اشعة الضوء وموجات الراديو ويتراوح طول موجاتها 10^{-11}– 10^{-8} اهم مايميز هذه الاشعة ان لها القدرة على اختراق الاجسام والخلايا بشكل كبير جدا، وفي الوقت نفسه ذات تاثير نوعي واطئ الا ان اعظم مايحول دون استخدام هذه الاشعة في حفظ الاغذية الى كفائتها وكلفتها العالية ولابد ان نعرف ان 3-5% من الطاقة الالكترونية المعروفة هي التي تستخدم في عملية التعقيم والانتاج فان الابحاث الحديثة مازالت تدعو الى ان نلجا الى مصادر اخرى اكثر حداثة واكثر نفعا في موضوع التعقيم .

2- اشعة كاما : هي الاشعة البديلة عن الاشعة الاولى الاشعة السينية الا انها تبقى كنتاج ثانوي من التفكك الذري Abmic fussion ويستخدم كل من Co^{60} والسترونيوم 137 $C_3{}^{137}$كمصدرين رئيسيين لانتاج هذه الاشعة ، اهم مايميز هذه الاشعة مقدرتها على ان تنفذ داخل الطبقات السميكة من الغلاف وفي داخل الثمار ومهما كان سمكها ولهذه العملية اهمية كبيرة فبهذه الميزة ستكون قادرة على قتل جميع الاحياء المجهرية التي يمكن ان تنمو على اسطح الثمار وفي داخلها ولها القدرة على قتل الانزيمات في داخل الغذاء وهي ميزه تتميز بها عن المصادر الاشعاعية

3- اشعة بيتا : هي عبارة عن سيل من الالكترونات تنبثق من مصدر ذي فعالية اشعاعية الكترونية والمنبعثة في هذه الحالة عبارة عن جسيمات صغيرة ذات شحنة سالبة الا ان كتلتها متجانسة تتوقف هذه الجسيمات على النفوذ وعلى السرعة التي ستصطدم بها بالهدف فكلما كانت شحنتها الالكترونية عالية كان بامكانها النفوذ بشكل اكثر، وبالتالي فان فعلها التعقيمي سيكون اكبر والعكس صحيح على هذا الاساس فان العمر الزمني لمصادر هذه الاشعة سيكون في غاية الاهمية .

4- الاشعة المهبطية : هي عبارة عن سيل من الالكترونات وفي الغالب تكون عبارة عن جسيمات تنبعث من مهبط انبوب مفرغة شكل (75) والمهبط عبارة عن مركز تفريغ لجسيمات يعمل على تسريع هذه الاشعة بواسطة اجهزة خاصة، وظيفتها الاساسية تسريع الجسيمات المنبعثة من

المهبط وبالتالي نفاذيتها اكبر اذا سارعتها بطرق صناعية ومع ذلك فان مقدرة مثل هذه الاشعة على اختراق الثمار تبقى محدودة لذلك يبقى الهدف الرئيسي لاستخدام هذه الاشعة المهبطية هو تعقيم اسطح الثمار والاغذية اكثر من تعقيم داخل الانسجة .



شكل (75) مسرع الاشعة لتعقيم الغذاء

5- البروتونات وجسيمات الفا : تتميز بان نفاذيتها قليلة جدا، لذلك تستخدم بشكل قليل.

مصادر الاشعة :- الاشعة المستخدمة في حفظ الغذاء لها مصدرين رئيسيين هما 1- النظائر المشعة 2- اجهزة توليد الاشعة

النظائر المشعة :- تشمل النظائر المشعة على Co^{60} او C^{137} السيزيوم والسترونيثيوم 90 ومواد اخرى قد تكون صناعية او طبيعية ، النظائر المشعة قد تكون بشكل طبيعي مثل الراديوم ، اليورانيوم ،التوريوم والتي عرفت بنظائر اشعة طبيعية عام 1896

حديثا امكن تحضير عدد كبير من النظائر المشعة بشكل صناعي وذلك عن طريق اطلاق جسيمات مختلفة الكترونات او ايونات الهليوم التي هي عبارة عن اجسام الفا واشعة كاما على بعض النظائر الثابته من اجل تحويلها الى نظائر مشعة (الهليوم He_2^4 وهو جسيمات الفا)

$$He_2^4 + Al_{13}^{27} \rightarrow P_{15}^{30} + N_0^1 \text{ netronat}$$

$$P_{15}^{30} \rightarrow Si_{15}^{30} + e_1^0 \text{ proton}$$

المعادلة اعلاه تشير الى امكانية الحصول على الفسفور المشع ويكون مصحوبا بنفس الوقت بانبعاث كتلة من النترونات نتيجة لمفاعلة الالمنيوم مع الهيليوم الذي هوعبارة عن جسيمات الفا ومن المعادلة الثانية يمكن ان نلاحظ ان هذا الفسفور المشع يمكن ان يتحول الى سلكونايت التي يسمى بالنظير الثابت إضافةً الى البروتون وهناك وسيلة اخرى بالنسبة Co^{60} وهي من أشهر النظائر المشعة فقد وجد انه يمكن الحصول على هذا النظير وذلك عندما نطلق سيل من النيترونات في مفاعل نووي على الكوبلت الطبيعي وهو عبارة عن Co^{59} فنحصل على الكوبلت Co^{60}

$$Co_{27}^{59} + n^8 \rightarrow Co_{27}^{60}$$

واهم مايميز هذه الاشعة المنبعثة من هذا المتغير بان قابلية تاينها عالية ولها القدرة على اختراق الانسجة وكل ذلك ناتج عن الطاقة التي تمتلكها مع العلم انه في كل عملية تحلل ينتج عنها 2,5 مليون الكترون فولت وهذا مؤشر على مدى كفاءة هذا النظير ، الشحنات الكهرومغناطيسية تعاكس الموجات وتؤدي الى مغنطة كل المجال وبالتالي تعقيم كل المجال.

اجهزة توليد الاشعة :- لقد امكن استخدام العديد من الاجهزة التي تتميز بقدرتها على توليد الاشعة او النظائر المشعة واكثرها معرفة هو

1- Vander Graff

2- Resonant Irans fomer

3- Linear electrone aceeleratore

4- Dyniemifron

بشكل عام تتكون هذه الاجهزة من مصدر للالكترونات ثم جهاز يقوم بتعجيل الالكترونات وجهاز اخر يوجه هذه الالكترونات الى المصدر الذي يراد الاستفادة من الطاقة في هذه الاجسام المنبعثة منه .

كيفية تاثير الاشعة مع النظام الحيوي :-

يمكن تعامل الاشعة باشكالها المتعددة مع خلايا النظام الحيوي سواء اكان ذلك في الثمار او الاغذية او حتى الكائنات والاحياء الدقيقة عن احد الطريقين الرئيسين

1- التاثير المباشر direct effect

يسمى الهدف Target theory او تضربه الضربة المباشرة directht theory وفيها يتم التاثير عن طريق التأين الذي سيخرق الخلايا عندما تخترق من قبل الاشعة او حتى عندما تمر بالقرب منها لذلك فان تاثير هذه الطريقة يكون متناسب بشكل طردي مع قتل الاحياء المجهرية والانزيمات اي زيادة جرعة هذه الاشعة سوف تقلل من عددالاحياء المجهرية وكذلك تقلل من فعالية الانزيمات وان التاثير المباشر سيكون فعله داخل الخلية النباتية او الحيوانية بدون ان تتكون مركبات نشطة خارج الخلية وبذلك سوف نستبعد امكانية نفوذ مثل هذه المواد بعد ذلك الى داخل الخلايا النباتية والحيوانية

2- التاثير غير المباشر indirect effect:

في هذه الحالة يحدث التاثير بواسطة مركبات نشطة تتكون نتيجة اصطدام الاشعة بالمذيب او عند اختراقها اياه داخل الخلية ومثال ذلك هو الماء الحر اوحتى الماء المرتبط الذي يدخل كل منهما في تركيب الخلايا بانواعها . اهم هذه المركبات هي ايونات الهايدروكسيد وايونات الهايدروجين (H, OH) وهي عوامل (اختزال) مؤثرة قويه OH^- تتمثل بقدرتها على ان تؤكسد المواد القابلة للاكسدة بالاخص مجموعة السلفوهايدرايت Sulfo-hydrite الموجودة في المركبات البروتينية والمركبات الانزيمية في هذه الحالة فان

مثل هذه المركبات تعمل على قتل الانزيمات وبالتالي توقف اي فعالية حيوية مهما كان شكلها يمكن ان تحدث داخل الخلية النباتية ، كذلك ايونات H^+ الموجبة التي تؤثر على المواد القابلة للاختزال (لانها عامل مؤكسد) فتسبب اختزال هذه المركبات ويجب ان نعرف ان كل من H^+ or OH^- يمكن ان تحدثان تاثير مهم هو مقدرتها على كسر الروابط الكاربونية فاذا مرت هذه الاشعة بالماء سوف تحدث

$$H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^-$$

$$e^- + H_2O \rightarrow H_2O^-$$

$$H_2O^+ \rightarrow H^+ + OH^-$$

$$H_2O^- \rightarrow H^+ + OH^-$$

$$OH^- + OH^- \rightarrow H_2O_2$$ hydrogen peroxide

كيف تؤثر الاشعة بالاحياء المجهرية

الخلية عبارة عن وحدة مستقلة اي انها عبارة عن نظام حيوي كيمياوي دقيق التنظيم يتم بداخلها الكثير من العمليات الحيوية والكيمياوية والفسلجية وتدخل عوامل مساعدة لاتمام مثل هذه التفاعلات وان الانزيمات هي العامل المهم في مثل هذه الوحدات على هذا الاساس نتوقع ان الاشعة هذه اذا اقترنت بالخلية النباتية او الحيوانية بشكل مباشر او اذا مامرت بجانبها فنتوقع ان الاشعة سوف تحدث خلل بهذا النظام الحيوي بشكل مباشر او غير مباشر وقد تكون القطعة المتاثرة بالاشعاع بالخلية هذه صغيرة جدا مع ذلك فان تاثير هذه الاشعة سوف يظهر على الخلية باجمعها فاذا ارتطمت الاشعة بمنطقة اقل حيوية او اهمية من الاجزاء المهمة فان التاثير سيكون بحدوث ضرر معين للخلية قد لا يؤدي الى موت الخلية بالكامل في مثل هذه الحالة لاتظهر على الخلايا تغييرات واضحة بشكل مباشر بل انها ستمر بحالة تلف سيحدث خلال هذه الفترة تفاعلات عديدة تؤدي بالنهاية الى اظهار مجموعة

من التغيرات وقد تكون هذه التغيرات متخصصة بالشكل بمعنى تغيرات مورفولوجية او قد تكون تغيرات في الهيئة تسمى تغيرات فسيولوجية مثل فقدان المقدرة على التكاثر او عدم القدرة على الحركة او عدم قدرة الخلية على التنفس او التاثير على نفاذية الاغشية والجدر الخلوية او على متطلبات التغذية لهذه الخلية او على الجينات الوراثية وفي مثل هذه الحالة نتوقع ما يسمى بالطفرات الوراثية mutation لذلك فان الظاهرة المستخدمة لغرض المقاومة في مدى قدرة هذه الاشعة على التاثير على ظاهرة التكاثر لانها ظاهرة الحياة الرئيسية فان الخلية ستفقد صفة التكاثر يعني ستفقد صفة الحياة لذلك اعتمدت مدى فعالية اي نظير مشع .

تاثير الاشعة على الانزيمات :-

من البديهيات المعروفة ان الاحماض الامينية تشكل الجزء الفعال من اي انزيم وهذه الاحماض تترتب بنظام خاص يحافظ عليه بواسطة اواصر ثنائية او ثلاثية (تسع احماض امينية) والفروقات في طريقة الربط . لذلك فان اي انزيم سيغير فعالته اذا ماحصل اي تغير كيمياوي في هذه الاحماض الامينية بالاخص التي تكون مسؤولة عن تكوين المركز الفعال او حتى اذا ما اختل النظام والترتيب الموجود في اي حامض . ان مايميز الاشعة ونظائرها هو قدرتها على ان تقوم بهذا الفعل وبطرق متعددة من هذه الطرق انها تستطيع ان تؤكسد مجموعة من مجاميع الفاهايدروكسيد (S-H) selfur- hydd. التي تحويها بعض الانزيمات بواسطة اصرة هايدروكسيل ربط $1\text{-SHSH} - 1 + 2OH^{-} \rightarrow 1\text{—SS-}1 + 2\ H_2o$

فقدان الفعالية في هذه الحالة سيتم عن طريق انفصال الالكترونات بواسطة الاشعة من موضع ما في الاصرة الى موضع اخر وينتج عن هذه الحالة او الانتقال هذا ترك منطقة موجبة قلقة لذلك فان انتقال الالكترونات بهذا الشكل سيؤدي الى انتقال الالكترونات بطاقة كبيرة جدا ستؤثر على السلسلة الببتيدية peptide chain التي يتشكل منها الانزيم بشكل رئيسي يؤدي الى

انكسار او انفلاق هذا الانفلاق سوف يؤثر على المركز الفعال للانزيم لذلك نتوقع ان هذا الانزيم سيفقد فعالته ويتحطم .

تحديد جرعة تعقيم الثمار والاغذية :

تعتبر بكتريا *Clostridium botulanium* من اكثر الاحياء المجهرية مقاومة للاشعاع على هذا الاساس فان اي جرعة تستخدم في معاملة اي ثمرة لغرض الحفظ لابد ان تكون كافية لقتل هذه البكتريا او سبوراتها الموجودة على افتراض انها موجودة حتما في نفس الوقت فان مثل هذه الجرعة ستكون كافية لوقف الفعالية للانزيمات الموجودة في تلك الثمرة لهذا افترض العلماء على الدوام ان بكتريا الكلوستريديوم موجودة في الثمار والاغذية غير الحامضية (دائما تصاب الثمار ذات PH المتعادل وال PH المنخفض هو وسط غير مناسب لنمو الاحياء) وقد ثبت مختبريا ان الجرعة اللازمة لقتل هذه البكتريا R.T 4000 وتساوي (RT1000 =4 Kgr) مثل هذه الجرعة قادرة على قتل 90% من الخلايا او الاسبورات النامية وتطبيقيا يمكن تشعيع اي غذاء بمقدار 12 مرة بقدر الجرعة القاتلة لهذا النوع من انواع البكتريا وبدون الحاق اي ضرر يمكن ان يحدث للكائن البشري، ان جرعة التعقيم للاغذية الحامضية التي يقل PH عن 4,5 تساوي RT 2000 = 2 Kgr علما ان هذا المقدار من الممكن ان يرتفع الى 12 مرة بدون الخوف من التاثيرات الجانبية لهذه الاشعة ، ان القضاء على البكتريا وحده غير كافي فلابد ان يتم القضاء على الانزيمات في الثمار بنفس الدرجة التي ستقتل فيها الاحياء المجهرية لضمان عدم تغير صفات الثمار او الاغذية وعلى هذا الاساس يفضل استخدام الحرارة مع الاشعاع وصولا لتحقيق مثل هذا الهدف بدلا من استخدام الجرع الاشعاعية العالية لوحدها وذلك لما يمكن ان تسببه الجرع الاشعاعية من تاثيرات سلبية على مكونات الطعام .

فوائد استخدام الاشعة في عمليات التصنيع الغذائي :-

1- القضاء على الكثير من الاحياء المجهرية والطفيليات والحشرات خاصة الانواع الصعبة منها في لحم الخنزير.

2- القضاء على بكتريا السلمونيلا *Salmonella* اخطر سم يفرزه كائن حي هو بكتريا السلمونلا وسمها قاتل للانسان .

3- منع عملية التزريع التي تحدث لتقاوي البطاطا والابصال والثوم .

4- يمكن ان تحدث بعض التغيرات الفيزياوية والكيمياوية للاغذية المجففة بشكل ايجابي فثمار الخضراوات والفواكه المشععة تمتلك خاصية سرعة التشرب بالماء عندما يراد استهلاكها بعد اتمام عملية تجفيفها.

5- تستخدم كوسيلة للحفظ او تاخير النضج فهي تستخدم على نطاق تجاري لتاخير نضج ثمار الموز ويمكن ان تسرع في نضج ثمار الكاكي .

6- تساعد في تامين سلامة الفواكهه والخضر عندما تكون هذه السلع معدة للتصدير بين الدول خاصة والتي قد تحوي حشرات او مسببات مرضية يمكن ان تنتقل معها وتسبب ضرر للدول المصدرة لها تلك السلعة .

7- زيادة القيمة الغذائية باستخدام جرع تكفي لتحويل بعض المركبات الى مركبات بسيطة تؤثر على النكهة والنوعية كالبروتين والنشأ ..وغيرها .

السلامة الصحية للاغذية المشععة :

لابد من تكون مادة سامة في الاغذية والثمار المعاملة بالاشعة وان بعض العناصر الموجودة في هذه الثمار يمكن ان تتحول الى عناصر مشعة ذرية تسمى Induecd Radiu active elements اضافة الى احتمال تكون مركبات سامة Toxic compounds في داخل الغذاء او مواد سامة من قبل البكتريا التي قد تكون موجودة ، الطريقة المتبعة في اثبات صحة الغذاء المعامل بالاشعاع هو اطعام حيوانات التجارب او الانسان المتبرع ثم

ملاحظة ذلك وقد اثبتت البحوث ان المعاملة بالاشعاع لم ينشا منها اي من الافتراضات اعلاه لذلك يمكن القول ان هناك مستقبل ينتظر هذه التقنية الا انها لم تكن سهلة التقبل من قبل الانسان وانها الطريقة الاكثر كلفة من بين الطرق الاخرى .

جدول (24) الاشعة وتاثيراتها على المحاصيل

المحصول	التاثير	اعلى كمية للمقاومة $(KGY)^2$	اقل كمية تحتاجها $(KGY)^2$	التاثير الظاهر
التفاحيات والخوخ	السيطرة على اللفحة	1 – 1,5	1,5	تاثير جيد
النكتارين	القلب البني والعفن البني	0,5 -1	2	طراوة الانسجة
الموز	منع النضج	0,5	0,30-0,35	تاثيرها جيد
الليمون	منع تعفن البنسليوم	0,25	2	تاثير قاسي ورخيصة مؤثرة
البرتقال	منع البنسليوم	2	2	تاثير جيد
الفطر	منع نمو الساق	1	2	مؤثرة
الكمثرى	منع النضج	1	2,5	نضج غير طبيعي رخيصة واكثر تاثير
البطاطة	منع التزريع	0,2	0,08-0,15	تاثيرها ممتاز
الطمطة	منع الالترناريا	1-1,5	2	نضج غير طبيعي والانسجة طرية

(السامرائي والجبوري ،1989)

الحفظ بالكيماويات المضافة :

Preservation with chemical additives

لقد مارس الانسان وبغير دراية علمية اضافة المواد الكيمياوية الى الغذاء والثمار لحفظها على سبيل المثال كان يدخن اللحوم لاكسابها نكهة مرغوبة ولغرض حفظها بنفس الوقت عرفنا ان الدخان المنبعث من بعض الاخشاب يحوي على مواد حافظة مثل الفورمالدهايد والفينولات

وقد استخدم ماء الزجاج water glass الذي هو سلكات الصوديوم (الذي استخدم لحفظ البيض خلال الشتاء فهو يسد المسافات الموجودة على قشرة البيض ويمنع الاحياء من دخولها) حديثا يمكن القول ان الانسان يضيف 300 مادة كيمياوية لغرض انواع من الاغذية .

ماذا نقصد بـ Food edditives هي المواد التي تضاف الى الثمار او الاغذية المحفوظة بكميات قليلة بقصد تحسين المظهر والنكهة والقوام والقابلية الخزنية ولكن بدون ان تؤثر على القيمة الغذائية لها

وقد عرفت Food of Drugs Administration (FDA) انها اي مادة تضاف الى الغذاء عن قصد ولاجل غاية معينة بصورة مباشرة او غير مباشرة شرط ان تصبح جزء من الغذاء ولها القدرة على التاثير في صفات اي غذاء وان تكون مامونة . وعلى هذا الاساس فان المواد الكيمياوية المضافة اذا كانت مامونة الاستعمال يطلق عليها مصطلح (GRAS)Generally Reconcnized As Save

وظائف المواد الكيمياوية المضافة :-

1- تحسين قابلية الحفظ والخزن

2- الحفاظ على صفات الغذاء النوعية

3- المساعدة في عمليات التصنيع

4- الابقاء على القيمة الغذائية المرتفعة للغذاء.

تصنيف المواد الكيمياوية الحافظة :-

صنفت المواد الكيمياوية الحافظة بشكل معترف بها من قبل FDA ومنها

1 - مواد حافظة Preservatives

2- مواد مانعة للتاكسد Anti oxidants

3- مواد مزيلة للايونات chelating agents

4- مواد لتثبيت القوام stabilizer or thic ners

5- مواد فعالة سطحيا surface active agents

6- مواد تثبيط وانضاج وتحرير النشا Bleaching Maturing modifie of starch

7- مواد منظمة تستخدم للحوامض والقلويات Buffering

8- مواد ملونة Food coloring Ag.

9- مواد تحلية sweet ners Ag.

10- مواد تدعيم القيمة الغذائية Nutrient supplements

11- مواد مضافة متنوعة Miscellenous additive

المواد الحافظة وطرق تصنيعها :

ماهي المواد الحافظة قد تصعب الاجابة على هذا السؤال لصعوبة تحديد الغرض من وراءها هل لاجل الحفظ او لاجل تدعيم القيمة الغذائية او التحلية او اي من النقاط السابقة على سبيل المثال مادة النايترايت Nitrate يمكن ان يضاف الى اللحوم بانواعها من اجل تثبيت اللون المرغوب في هذه اللحوم . اما في الاسماك فان نفس المادة عندما تضاف فان الهدف سيتغير فيكون هدف المادة هو عملية الحفظ وذلك لان النايترات تقوم بقتل الاحياء وعلى هذا الاساس يمكن ان نصل الى تعريف الكيماويات المظافة بانها اي مادة تظاف بقصد منع التلف او الفساد او حتى تاخيره لفترة زمنية معينة وهناك العديد من المواد الحافظة المعروفة مثل ملح الطعام او السكريات والخل والبهارات والزيوت المستخدمة والاخشاب المخصصة للتدخين وعلى هذا الاساس فقد تم تصنيف المواد الحافظة الى 4 مجاميع .

1- المواد الحافظة غير المشمولة بالتعريف السابق وهي الاحماض العضوية الموجودة طبيعيا في الاغذية مثل اللاكتك اسد والماليك اسد والستريك اسد وكل الاملاح المشتقة من هذه الاحماض وكذلك الخل الطبيعي ، الملح ، السكريات ، البهارات ، الزيوت العطرية ومادة الخشب ، غاز CO_2 و N_2 .

2- مواد اعتبرت امينة عند اضافتها GRAS الى الاغذية

Sorbic A. caprylic A. , Ca , Na propionate , propronic Aومشتقات Benzoic A. , methylproben واملاح Na ,K,Ca,sorpate وثاني خلات الصوديوم ,SO_2,sulfit, metabisulfte ,propyl paraben و Bisulfite للصوديوم والبوتاسيوم sodium nitrite وهذه في الغالب مواد حافظة غير عطرية

3- الكيماويات المضافة : Food additives

وتشمل كل المواد التي لم تذكر في الفقرة 1و2 وتستعمل عندما يثبت سلامتها للانسان والحيوان

4- الكيماويات التي ثبت سلامتها للانسان والحيوان ومجاز استخدامها من قبل Food of Drag Administration (FDA)

تاثير الكيمياويات الحافظة على الاحياء المجهرية :

يمكن القول انه في حالات قليلة جدا يعرف بالضبط كيف نظيف المواد الحافظة نحو الاحياء المجهرية او كيف القضاء عليها في اغلب الاحيان فان التغيرات (التفسيرات) المعطات لاتعدو كونها تخمينات لما يحدث مثلا ascorbic acid يمنع نمو الاحياء المجهرية، كالعفن والبكتريا المنتجة لانزيم Catalase لذلك فان دور هذا الحامض خلال تثبيط فعل انزيم dehydrogenase المهم في تحولات المواد الكاربوهيدراتية والاحماض الدهنية في الاحياء اللاهوائية في حين لايوجد لهذا الحامض اي تاثير على الاحياء المحتوية على الحديد من انزيمات dehydrogenase كما هو في الاحياء الهوائية احيانا .

كذلك يعرف تاثير Nitrite وذلك من خلال منعها تكوين Trimethyl amine المسبب للرائحة النتنة في الاسماك لذلك تطول حفظ الاسماك ، ويعتقد ان هذه الكيمياويات تعمل على تحطيم جدر خلايا الاحياء المجهرية ومزاحمتها مع الجزء البروتيني من الانزيم على co-enzyme علما ان الاخير ضروري لفعالية الانزيم ، كما ان خفظ PH وبالتالي تحطيم مجموعة sulfo-hydryl في حالة تحرر مواد مؤكسدة منها او الاتحاد مع بعض المركبات كالالدهايد في الكاربوهيدرات او اختزال S-S الضروري تفعل بعض الانزيمات او التاثير على النظام الوراثي . من المعروف ان البنزوات المستخدمة بكثرة كمادة حافظة واملاحه يعتقد انها تحطم جدر الخلايا وتزاحم الانزيمات في العمل على Co-enzyme لذلك فان الانزيم في هذه الحالة سيتحد مع الحامض وليس مع Co-enzyme لذا يفقد فعاليته .

وجد ان بعض المواد الكيمياوية الحافظة لها القدرة على تحرير مادة الكلورين وهي مادة مؤكسدة تعمل على اكسدة مجموعة SH الضرورية

لفعل الانزيم ويوقف نشاطه ، كذلك فان CO_2 يمكن ان يتحد مع Aldehyde والكاربوهيدرات وبالتالي يؤثر على تفاعلات تكوين الكاربوهيدرات ، ونادرا يكون الهدف من اضافة الاحماض لغرض خفض PH لاطالة فترة الحفظ لان هذا يكون غير كافي ولابد من معرفة طريقة حفظ اخرى للحد من فعالية الاحياء المجهرية وان الجزء غير المتاين في بعض الاحماض الدهنية مثل حامض Acetic acid,caprylic acid , propionic acid التي تحدث التاثير في الاحياء المجهرية وليس التغير في PH المتسبب عن الجزء المتاين .

المركبات الحافظة غير العضوية :

تشمل على SO_2 ، الكلورين ، النترات ، التربتان ، البيركسيدات ، حامض الفسفوريك ، حامض البوريك ، ونوجز بعض منها

أ- ثاني اوكسيد الكبريت (حامض الكبريتوز) :- يعتقد ان فعل هذه المادة، نتيجة الاتحاد بينها وبين الالدهايد الموجود في الكاربوهيدرات، لذلك سيختل نظام تمثيلها cho-metabolisim ويمكن لهذا المركب ان يختزل S-S الموجودة في تركيب بعض الانزيمات؛ مما يؤدي الى شل فعاليتها كما يستطيع ايون الهايدروجين الحر المنبعث من حامض الكبريتوز ان يمنع انبات سبورات البكتريا وان يمنع خطوات التمثيل الذي يحتاجها لتكوين (NAD)Nucolinamide Adenine Dinucleotide علما انه لايمكن استخدام هذا المركب في الاغذية الحاوية على البنيامين B.1 ويمكن ان يضاف الى الخل لزيادة فعالية الحامض ومنع تلفه وبتراكيز قليلة جدا لاتتجاوز 50 ppm ويمكن ان يضاف الى ماء غسل الفواكهة والخضر لتنظيفها علما ان لهذا المركب تاثير اكبر على الفطريات والبكتريا اكثر من تاثيره على الخمائر.

ب- الكلورين Chlorin الكلورين يتحرر من بعض المركبات مثل هايبوكلورات الصوديوم ويمكن ان يستخدم في مياه الشرب وفي التصنيع

وفي غسل الفواكهة والخضر وان حامض Hypochlorus acid المتكون في المحلول عامل مؤكسد قوي ذو فعل قاتل للاحياء المجهرية وربما هذا الفعل يكون ناتج من عملية Chlorination الذي يحدث لبروتين الخلية وعادة فان تركيز 6000 ppm من الكلورين يكون كافي لتعقيم ثمار الحمضيات غير المقشرة

ج- النايترات والنايتريت Nitrates & Nitrites

تضاف مثل هذه المركبات عند تمليح اللحم بهدف تثبيت اللون ويمكن ل nitrite ان يؤثر في ميتابولزم الكبريت وكذلك يؤثر على مجموعة - ∝amino group للاحماض الامينية وكما يستطيع ان يتحد مع المركبات الاحادية الفينول كالتايروزين Tirosine ومن هنا جاء تاثير منع نمو الاحياء المجهرية علما ان الجزيئة غير المفككة undissociated في محلول ال Nitrite في الجزء الفعال لهذا المركب اضافة الى ان فعل هذه المركبات خفظ قوة الاكسدة والاختزال من هنا يستطيع ان يؤثر في نمو الاحياء المجهرية خاصة الهوائية وقد وجد ان النايترات تكون اكثر فعالية على الاحياء المجهرية الهوائية في حين يكون تاثير النايتريت على الاحياء المجهرية غير الهوائية .

د- الغازات :- تستعمل O , CO_2 , O_2 علما ان CO_2 ,ذوفعل حامضي خاصة عندما يكون تحت ضغط مرتفع لذا يستعمل في المشروبات الغازية كمادة حافظة

ه- البيروكسيدات peroxidase وهي عوامل اكسدة مثل H_2O_2 بيركسيد الهايدروجين تستخدم كمادة حافظة مع الحرارة في بسترة الحليب عند تصنيع الجبن ويؤثر هذا المركب على الاحياء اللاهوائية علما انه غير مسموح اضافته الى الاغذية في بعض الدول المتقدمة .

و- حامض الفسفوريك والبوريك . يستخدم الاول في المشروبات الغازية في حين لايسمح القانون الامريكي في استخدام حامض البوريك على الغذاء وقد استعمل في معاملة الفواكهه شرط ان تكون حامضية للقضاء على الاحياء المجهرية التي يمكن ان تنمو على القشرة علما ان هذا المطهر يعتبر ضعيف

التاثير ، ويستخدم حامض البوريك لبعض الثمار الطازجة عندما يراد شحنها من دولة الى اخرى والتركيز المسموح به بحدود 85% .

2- المركبات الحافظة العضوية : وتشمل

1- حامض البنزويك واملاحه والمركبات المشتقة منه مثل بنزوات الصوديوم وباراهايدروكسي حامض البنزوك ومثل براين و propyl brine يمكن استخدامه كمسحوق مع الغذاء عن طريق مزجه مع بعض مكونات الغذاء كالنشا او ان يعمل منه محلول مائي وتتميز بنزوات الصوديوم بقابليتها على الذوبان في الماء اكثر من الحامض نفسه؛ لذلك يفضل استخدامها علما ان هذا الملح يكون معدوم التاثير في الوسط الحامضي القريب من المتعادل ويزداد فعله كلما قل ال PH ويكون في اقصى فعاليته عند PH (4) او اقل ويبدو ان الجزء الحامضي من الملح هو الجزء الفعال وان كان ملح الصوديوم هو المستخدم، هذه المواد في تثبيط نمو الاحياء المجهرية ويكون تاثيرها على الفطريات والاعفان اكثر من تاثيرها على البكتريا .

2- حامض Sorbic واملاحه Na & K حامض السوربك حامض دهني غير مشبع ، لجسم الانسان القدرة على تمثيله الى CO_2 وكذلك الحال مع حامض الكابوريك Caproic acidوالمحاليل الملحية من Na و K المقدرة على منع نمو الاعفان والخمائر وبعض البكتريا التي تحتاج الى نسبة عالية من الهواء وتاثيرها على البكتريا عموما ضعيف لذلك استخدامها الرئيسي في منع نمو الفطريات Fang static

3- حامض الخليك : ان الفعل الحامضي لهذا المركب يعزى الى الجزيئة غير المفككة وليست الى مقدرته على خفض PH المتسبب عن الايون المتحرر عن تاين الحامض وقد تاكد ان تاثير هذا الحامض CH_3COOH $\rightarrow CH_3Coo^- + H^+$ يؤثر هذا المركب على البكتريا والاعفان والخمائر بشكل اعلى من تاثير الحوامض الاخرى كحامض HCL وتختلف الاحياء المجهرية في طريقة مقاومتها لتراكيز هذا الحامض فتركيز 2% ادى الى القضاء على البكتريا *Pseudonionus aeraginosa* في 15 دقيقة بينما

احتاجت السلمونيلا *Salmonell typhcsa* لتركيز 3%منه في حين *Echerrchia coli* الى تركيز 4% *Staphylococcis aureus* الى تركيز 9% للقضاء عليها بنفس الفترة الزمنية وهناك اسم تجاري Dykon عبارة عن خليط من حامض الخليك وخلات الصوديوم لها القدرة على حفظ الخبز من التعفن اذا اضيف الى الطحين .

4- الاحماض الدهنية : هناك بعض الاحماض الدهنية واملاحها مثل حامض Propronic acid , Caprylic acid تستخدم كمانعات نمو الاعفان في الاغذية على سبيل المثال Caprylic acid يضاف الى الجبن او مواد التغليف مثل الشمع او مواد التغليف الاخرى ويستخدم الحامض الثاني Propronic acid واملاحه في منع نمو الاعفان على الخبز والمعجنات وفي الغالب تضاف هذه الاحماض واملاحه مع مسحوق الخبز Baking powder .

5- Salicylates & Salicylic acid تاثير هذا الحامض واملاحه يشابه الى حد ما تاثير حامض البنزوك اسد والبنزوات .

6- الكلايكولات والمواد المتطايرة : Clycols & volatile compounds .

مع ان الكلايكولات مثل Propylene clygole ($Ch_3cho Hcil_2oh$) و Tri-ethylene clygols(CH_2OCH_2OH) القدرة على القضاء على الاعفان الا انها لاتستخدم كمادة حافظة الابشكل ضئيل جدا ويمكن ان تستخدم كابخرة او غازات لتطهير جو المخازن بتراكيز 1-2 ppm

7- مواد التبخير Fumigants

مثالها العديد من المواد التي يمكن ان تستخدم كمواد متخصصة للتبخير مثل مثايل برومايد

Methyl Bromide , Propylene Oxides , Ethyl Furmate
تستخدم هذه المركبات لغرض السيطرة على الاحياء المجهرية التي يمكن ان توجد في البهارات spices والفواكهه البندقية والجافة اضافة الى مواد

التبخير المستخدمة في مخازن الحبوب على شكل بخار او اي موقع بعد احكام التغطية .

8- المضادات الحيوية Antibiotic عبارة عن مواد كيمياوية تنتجها احياء مجهرية تتميز بالقدرة على اعاقة او تحطيم نمو الكثير من الاحياء المجهرية وقد امكن عزل وتشخيص العديد منها ولقد تم دراسة الفعل الحافظ لعدد منها كالبنسلين والستربتومايسين

Auromycine , Clorotetra cyclin , Tetramycine , Oxytetracycline

والتي وجد انها مؤثرة بنسب متفاوته على الاحياء المجهرية يمكن ان تضاف الى ماء تبريد لحم الدواجن غير المطهي وبعض الاسماك واللحوم واجيز اخيرا استخدامها على اساس انها تتحطم عندما يطهى الغذاء لكنها منعت في USA من استخدامها على اساس يمكن ان يكون لها تاثيراً فسلجياً على المدى البعيد او تكوين سلالات بكتيرية مقاومة لها.

الفصل الحادي عشر

مايكرو بيلوجيا الاغذية Food microbiology

مصطلح الاحياء الدقيقة Micro organism وهي تسمية شاملة تطلق على مختلف الاحياء المجهرية خاصة التي تحتل مركز وسطي بين النبات والحيوان قسم من هذه الاحياء الدقيقة يصنف على اساس نبات وقسم اخر يصنف على اساس حيوانات وتنتشر هذه الاحياء حيثما وجدت الحياة وعلى هذا الاساس نتوقع وجودها في الهواء على ذرات الغبار وعلى اي جسم سابح في الفضاء كما توجد في الماء والتربة، واذا تصادف وجودها على المواد الغذائية وتوافرت لها الظروف البيئية المناسبة للنمو ستنمو وتتكاثر بشكل سريع الى الحد الذي يكون لها تاثيرات سلبية او ايجابية ، لاسيما وان لهذه الكائنات الدقيقة تاثير على حياة الانسان والحيوان وان بعضها له القدرة على ان يحدث الامراض لذا تسمىInfection diseases الا ان عدد هذه الانواع الممرضة قليل ومحدود ببضعة الاف لذلك سميت الاحياء المسببة للامراض بالممرضات Pathogens وهناك انواع اخرى من الاحياء المجهرية عديمة الضرر تسمى A pathogenic وقسم اخر من الاحياء له القدرة على الاصابة المزدوجة للانسان والحيوان في آن واحد وقسم اخر تختص في اصابة الحيوان فقط مثل هذه الاحياء المجهرية تلعب دور مهم على سطح الكرة الارضية فهي مصدر لغذاء الاسماك في البحار ولها دور كبير في تفكيك الكائنات الحية من حيوان ونبات بعد موتها ولولا هذه الكائنات الدقيقة لما استطاعت الكائنات الحية المعيشة على سطح الارض .

وقسم اخر من هذه الاحياء الدقيقة يلعب دوراً هاماً في تحضير الاغذية وتجهيزها وتحويلها من مركبات غذائية غير مرغوبة الى مركبات اخرى مرغوبة ومهمة في عمليات تصنيعية لاحقة ويلعب قسم اخر دور رئيس في تنظيف البيئة وقسم يحلل النفط المنسكبة من السفن وتنظيف البيئة منه ، في حين لا يرغب بنشاط قسم اخر ويحاول الانسان بشتى الوسائل ان يقاومها ويوقف نموها ونشاطها للتخلص من المخاطر التي تسببها هذه الكائنات لان

سبب وجودها تلف الكثير من المواد الغذائية علما ان هناك قسم اخر منه ليس له اي ضرر خاصة الانواع التي تنمو وتتواجد في الحليب والماء وقسم يوجد على شفة الانسان بكتريا تمنع الاصابة بالامراض خاصة الذين يشربون من اناء واحد لذلك ندرس امكانية توجيه نشاطاتها حسب حاجة الانسان ومكافحة الضارة منها ومعالجة مساوئها على الانسان .

اهم انواع الكائنات الحية :

1- البكتريا Bacteria

هي احياء مجهرية دقيقة وحيدة الخلية تتكاثر بشكل سريع ويعتمد الشكل لهذه البكتريا كاساس للتصنيف ولغرض رؤية البكتريا لابد من صبغها ثم دراستها تحت المجهر بقوة تكبير 1000 مرة وقد تم اكتشاف طريقة لصبغ البكتريا من قبل الباحث الدنماركي كرام Gram واليه تنسب طريقة الصبغ وتبعا لذلك صنفت البكتريا بحسب اللون الذي ينشا من هذه الصبغة الى قسمين :

1- البكتريا السالبة لصبغة كرام : تتميز هذه البكتريا بانها تتلون باللون الاحمر، لذلك سميت بالبكتريا السالبة .

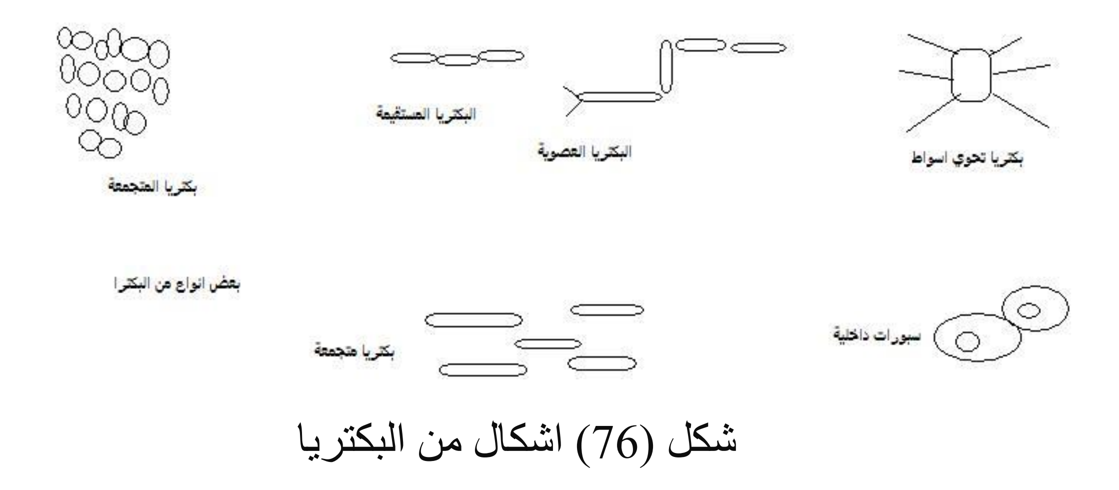
2- البكتريا الموجبة لصبغة كرام : وتتلون باللون الازرق مع صبغة كرام

اشكال البكتريا : عند دراسة اشكال البكتريا نجد ان لها الاشكال الرئيسية التالية شكل (76):

1- البكتريا الكروية (المكورة) Cocci Bacteria

2- البكتريا العصوية Bacilli Bacteria

3- البكتريا الحلزونية (الملتوية) Spiral Bacteria



شكل (76) اشكال من البكتريا

البكتريا الكروية :

تتميز بشكلها الكروي في كل الحالات الا ان طريقة تجمع هذه البكتريا يختلف في حاله الى اخرى فقد وجد ان هذه البكتريا قد تعيش افرادا لذلك تسمى Micro cocci وهذه البكتريا توجد مفردة او توجد بشكل مضاعف وتسمى Diplo cocci Bacteria

وقد تكون على شكل سلسلة طويلة تسمى البكتريا السيحية Strept cocci Bacteria نتيجة لاتصال خلاياها بعضها بالبعض الاخر. ويمكن ان تكون على شكل اشبه بالعناقيد لذلك تسمى Staphylo cocci.

البكتريا العصوية والبكتريا الملتوية للتعرف عليها نجد انها تختلف في الطول والسمك وعدد الانحناءات والثنيات الموجودة في كل منها وقد تحوي قسم منها على اسواط والقسم الاخر قد لايحوي اسواط ،

البكتريا العصوية يمكن ان تكون بالشكل التالي :

اما السبايرو بكتريا

وقد تكون بكتريا واحدة وتحوي اسواط

والقسم الاخر يحوي اسبورات داخلية

قسم اخر يمكن ان يكون بشكل سلسلة مستطيلة مستقيمة

او افراد متجمعة بعضها قرب البعض الاخر

البكتريا الكروية cocci يلاحظ ان طول المكورات 0.4 – 1.5 mm مايكروملمتر ولمعرفة حجمها فان mM=0.001 mm في حين يتراوح طول العصويات والسبايربكتريا 2 – 30 مايكرومتر ومع ذلك قد توجد نوعيات اصغر او اكبر من هذا المعدل لكن هذا المقياس هو الاكثر شيوعا .

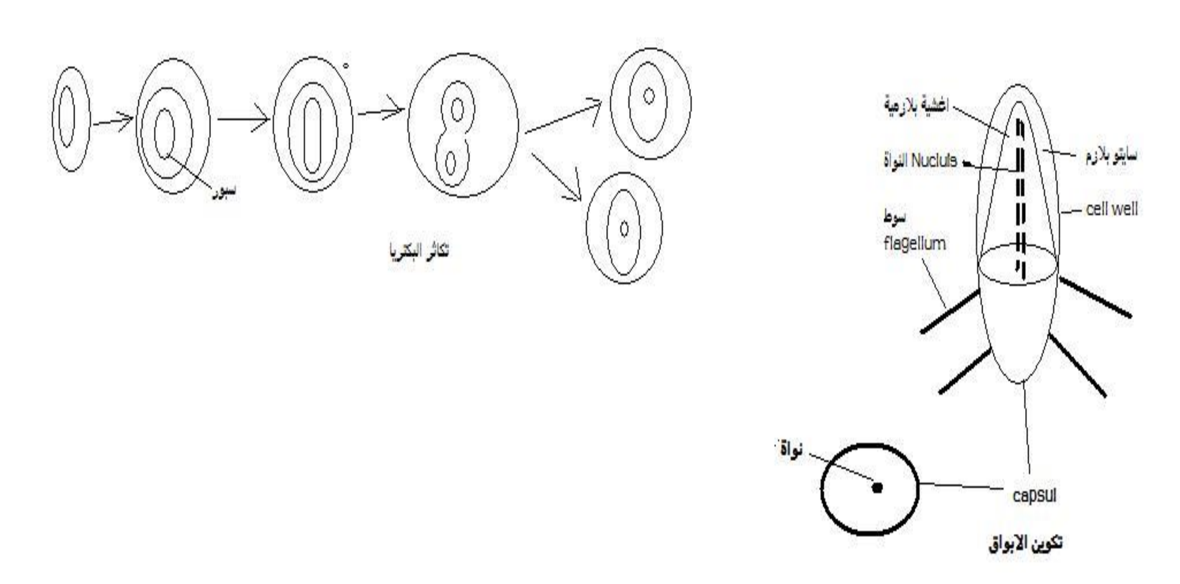
بناء البكتريا : Bacteria stricture

اذا درسنا بناء خلية البكتريا تبدو انها تتكون من مادة بروتينية نصف سائلة تشكل الجزء الرئيس منها والسايتوبلازم فيها يحوي على النشا والدهن ومجموعة من الانزيمات المتخصصة كما تحوي الخلية على نواة وهي الجزء الاكثر اهمية في التاثير الذي يسيطر على فعالياتها الحيوية كما تحوي على جدار الخلية الذي يلعب دور مهم في حماية هذا الكائن الحي كما تحوي على اغشية سايتوبلازمية وتحوي اسواط وهي مهمة لحركة هذا الكائن الحي وكل الخلية البكترية تحفظ نفسها في حافظة تسمى الكبسولة الحافظة .

تكوين الابواغ (الجراثيم) spores formation

البكتريا لها القدرة على تكوين السبورات واهم مايميز بعض انواع البكتريا هو مقدرتها على تكوين الجراثيم داخل الكائن الحي نفسه لذلك سميت الجراثيم الاندوسبيرم Endosperms وتتميز هذه الابواغ بمقدرتها على مقاومة المؤثرات الخارجية فعند وجود الخلايا البكتيرية الحاوية على الابواغ في وسط غير ملائم او تتعرض لظروف بيئية غير ملائمة كارتفاع او انخفاض درجة الحرارة او نسبة الرطوبة او مواد سامة او غذاء قليل فان هذه الانواع من البكتريا سوف تهلك وتنحل تاركة اللابواغ لوحدها فقط مثل هذا التحوير يعتبر الحد الادنى للحياة فهي محاولة من قبل هذا الكائن للبقاء او التغلب على اي ظرف غير ملائم واذا تحسنت الظروف لاتلبث هذه الابواغ ان تنمو من جديد معيدة للبكتريا شكلها وحالتها الثابتة ، التحول من

حالة الابواغ الى الحالة الجديدة المشابهة للاصل تسمى بالحالة الخضرية vegetative state وهي الحالة الجديدة من البكتريا ان تعرضت الى حالة ضارة ونمت السبورات ، تتميز الابواغ بعدم وجود نشاط مميز لها والسبور لابد ان يكون في حالة سكون لمقاومة الظروف الغير مناسبة مثل سكون الاشجار اذآ تتميز الابواغ بعدم وجود اي حركة لذلك تقاوم ظروف الجفاف وتكون اكثر مقاومة للمواد المطهرة Disinfactants وتكون مقاومة للاشعة فوق البنفسجية وتتميز بمقاومتها الدرجات الحرارة حيث ان لقتل هذه الابواغ على درجة حرارة 120م فانها تحتاج الى 20 دقيقة في حين لقتل الخلايا الخضرية يكفي 8 دقائق على 100م.



شكل (77) ابواغ بكتيريه

ظروف نمو البكتريا :

لكي تنمو الخلية البكتيرية لابد ان تتوفر لها مجموعة من العوامل اضافة لتميزها بجملة من المميزات الايجابية التي اعطت لهذا الكائن القدرة على النمو والتكاثر واحداث الاصابة سلبا او ايجابا والمحافظة على النوع .

1- التغذية Nutrient

لكي ينمو هذا الكائن ويتكاثر لابد من تغذية لكي يكون مصدر للطاقة والحركة والنمو والتكاثر فقد وجد ان حاجة البكتريا بشكل رئيس الى نوع من السكريات خاصة الكلوكوز وتحتاج الى مواد نايتروجينية واملاح معدنية بنسب بسيطة ومن المعروف ان للبكتريا القدرة على التغذية على المركبات العضوية الجاهزة تحديدا لتمدها بالطاقة وهذه المواد لابد ان تكون قابلة للانحلال بالماء وذات وزن جزيئي بسيط (منخفظ) واذا لم توجد هذه الاغذية البسيطة او تجزئة هذه المواد الى دقائق صغيرة ستتحول هذه الكائنات الى ابواق لمقاومة الظروف الجديدة ومع ذلك وجد ان هناك انواع كثيرة من هذه الكائنات لها القدرة على ان تفرز انزيمات خاصة لكي تكون قادرة على تحليل هذه المركبات الى الدرجات المطلوبة قبل ان تصبح جاهزة للامتصاص عبر الغشاء السايتوبلازمي الموجود فيها مع العلم ان كل المواد الغذائية التي ستدخل الى الخلية لابد وان تتعرض للانحلال والتفكك لكي تكون مصدر للطاقة لنمو البكتريا وتكاثرها .

2- الاوكسجين :

تتطلب العمليات الحيوية لمعظم البكتريا وجود O_2 فاذا وجد هذا العامل تسمى البكتريا هوائية Aerobic Bacteria في حين هناك انواع اخرى يميتها الهواء اذا تعرضت له لفترة طويلة وتسمى البكتريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria لكن لابد ان تحتاج الى الهواء لاداء فعالياتها

الحيوية لكن بكميات بسيطة لذلك فان هذا النوع من البكتريا تتميز بقدرتها على استخلاص O_2 من الغذاء الذي تنمو عليه او حتى من المركبات الكيمياوية للغذاء الموجود وفي نفس الوقت يمكنها ان تعيش حتى اذا لم يوجد هذا النوع من O_2 وتسمى بكتريا اختيارية Facultative Bacteria .

3- تكاثر البكتريا :

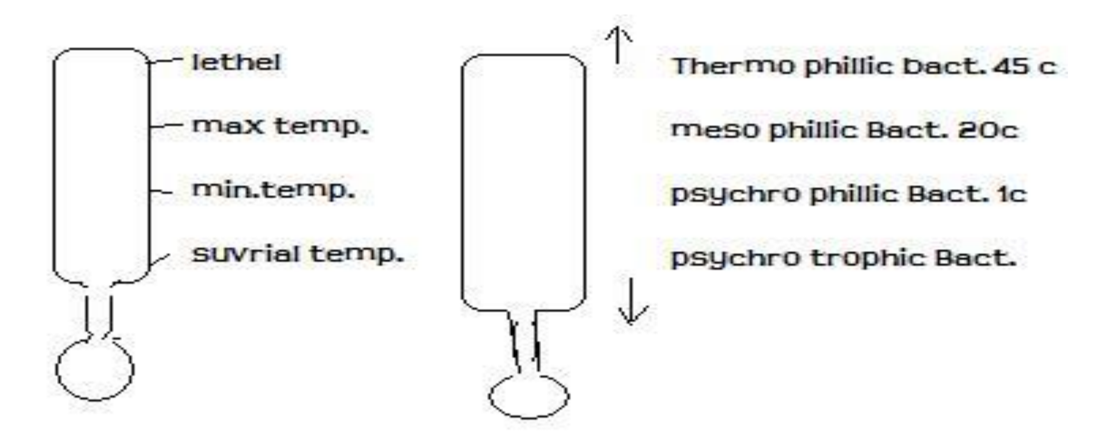
الطريقة السائدة هي التكاثر اللاجنسي شكل (77) بطريقة الانقسام Fission وفيها تستطيل الخلية ثم يتكون غشاء فاصل يزداد ضيقا حتى ينتهي بخليتين وهذه العملية تتكرر مرة كل 20-30 دقيقة عند الظروف الملائمة ويلاحظ بعد 30 دقيقة تصبح 2 خلية وبعد ساعة 4 خلايا وبعد ساعة ونصف 8 خلايا وبعد 2 ساعة 16 خلية وبعد 13 ساعة 10 مليون خلية من هنا تاتي خطورة هذه البكتريا لذلك هذا هو سبب خطورة الجمرة الخبيثة .

4- المجال الحراري وتاثيره في نمو البكتريا :

كل الاحياء المجهرية تنمو اذا توفرت الدرجات الحرارية الملائمة وتنمو بها الى اعلى حد ممكن وتسمى معدل الدرجات هذه بالحد الامثل optimum ويوجد حد اقصى وحد ادنى يؤثر كل منهما بشكل سلبي على نمو وتكاثر هذه الكائنات minimum –maximum temperature على هذا الاساس قسمت البكتريا الى المجاميع التالية .

1- البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة Thermophili Bacteria

هي تلك الانواع من البكتريا التي تحتاج الى درجة حرارة بحدود 55م فاعلى لكي تنمو وتتكاثر وتعمل على احداث الاصابة ويسمى هذا النوع من البكتريا البكتريا المحبة للحرارة obligate thermophills شكل (78) ومن الملاحظ ان مثل هذه الانواع لابد ان تتوفر له المديات الحرارية العالية مع ضرورة ان نعرف القدرة على قتل هذه الانواع من البكتريا بالبسترة عند استخدام 63م لمدة 30 دقيقة ومثل هذه البكتريا غير مرضية ولاتنتج احماض وكل بكتريا تقتل بدرجة حرارة معينة تسمى Lethal temperature ، النظرية المقبولة لقتل البكتريا برفع درجة الحرارة هي نظرية الباحث Otto Ram وهذه النظرية تدعو الى ان لكل خلية بكتيرية تحوي موقع بروتيني حساس احادي الجزئ ضمن البنية الوراثية للخلية ومايميز هذا الموقع هو سيطرته على عمليات تنظيم نشاط الخلية فاذا تعرضت البكتريا الى حرارة مرتفعة فان تاثير هذه الدرجة من خلال التاثير المباشر على هذا الموقع فيحدث له دنترة denaturant كما اقترح ان سبب مقاومة الابواق للظروف القاسية يعود الى المواد الدهنية الموجودة في السايتوبلازم واغشيتها ، ثبت انها تحوي مستويات من الكالسيوم اعلى مما تحويه الخلايا الخضرية ومختبريا وجد ان عملية اغناء الخلايا بكل من عنصري المنغنيز والزنك وعلى مستوى اقل من الكالسيوم ستنتج بكتريا حساسة جدا لدرجة الحرارة في حين حصل العكس عندما تم اغناء البكتريا بمستوى مرتفع من الكالسيوم ومستويات ادنى من المنغنيز والزنك .



شكل (91)البكتريا المحبة للحرارة

2- البكتريا المحبة للبرودة psychrophillic bacteria

هي تلك الاحياء التي تستطيع ان تنمو وتتكاثر بشكل جيد بدرجة حرارة من صفر – 10م وتعتبر 20م درجة النمو المثلى لنموها اما الدرجة العظمى فهي 32م وقد ثبت ان لهذه الكائنات القدرة على ان تنمو بدرجة (-6,7- -9,4)م وتتميز هذه الاحياء بقدرتها على تحليل الدهون فاذا نمت في المحاليل فانها تعطي رائحة غير مقبولة ويمكن ان تعمل تلف البيض المخزن تخزين بارد وتتلف اللحوم ومن علامات وجودها اضافة الى الرائحة هو الطبقة اللزجة الموجودة على سطح اللحوم وتفكك الانسجة وتلفها .

3- البكتريا المحبة للتراكيز العالية . Osmophilcs bacteria

هي تلك الانواع من البكتريا التي تنمو وتتكاثر في محلول ذو تراكيز عالية وانها لاتنمو وتنشط وتتكاثر على الثمار او الاغذية ذات التراكيز الاعتيادية على هذا الاساس صنفت هذه البكتريا على اساس نموها في التركيز المرتفعة من الاملاح او السكريات ووجد انها تنشط في الاغذية المضاف لها تراكيز عالية من الاملاح او السكريات مثل اللحوم والمعجنات ولهذا النوع من البكتريا القدرة على النمو في المحاليل السكرية كالمربيات والحليب المحلى المركز او الدبس ووجدت في العسل اهم مايميز هذه الاحياء قدرتها على التاقلم وقدرتها على انتاج سلالات جديدة قادرة على ان تنشط اذا زيدت تراكيز هذه المحاليل وقد وجدت في المعجون المضاف اليه طبقة من الملح .

4- البكتريا المقاومة للاشعاع Radio-resistant Bacterial

تاكد من وجود نوع من البكتريا التي تتميز بقدرتها على مقاومة عملية التشعيع هذا الاكتشاف له الاثر الكبير في تثبيط العاملين في مجال التشعيع لان هذه الطريقة كانت لفترة طويلة تتميز بالتعقيم الكامل للاغذية المشععة

مهما كانت بشكل يضمن عدم نمو اي من الاحياء المجهرية على الثمار والاغذية ووجد نوع من البكتريا .Micrococus radio تتميز بقدرتها على ان تتحمل 4مليون Rantigin ان شكل هذه البكتريا يمكنها مقاومة عملية التشعيع اكثر من قدرات الانسان على ذلك ب 10 الاف مرة كما وجد سلالات من البكتريا يمكنها ان تتحمل الجرعات السمية من الاشعة فوق البنفسجية والاشعة السينية .

ثانيا- الخمائر : Yeast

هذه الكائنات الحية قدمت للانسان خدمات كبيرة خلال القرون المتعاقبة من خلال تخميرها لكثير من المواد الغذائية بالاخص عصائر الثمار وانواع المعجنات لذلك فان مثل هذه الكائنات ستكون موجهة الى تحويل بعض الاغذية حتى تكون اكثر استساغة واكثر قيمة غذائية وعلى هذا الاساس تم تطوير استخدام الخمائر في العصر الحالي فقد امكن استغلال هذه الكائنات في تصنيع مجاميع الفيتامينات والادوية وانتاج V.B واستغلت هذه الكائنات في انتاج بعض الدهون التي لها استخدامات دقيقة جدا وتوجيهها في انتاج البروتينات وحديثا على انتاج السكريات البسيطة من بعض المركبات مثل نترات الامونيوم لكننا لابد ان نعرف ان هناك انواع من الخمائر يمكن ان تحدث اصابات مرضية للانسان والحيوان وهناك انواع اخرى يمكنها ان تفسد الغذاء ، وتنتشر الخمائر في الطبيعية وهي موجودة على الثمار والحبوب وكل الاغذية خاصة الحاوية على السكر ويمكنها ان تعيش في التربة وتتميز ترب بساتين العنب بكميات وانواع عديدة من هذه الخمائر وتعيش ايضا بكميات كبيرة في الهواء وعلى جلد الكائنات الحية وبعض الحشرات ، يمكن لهذه الكائنات ان تنمو في البيئات الحامضية او البيئات الحاوية على تراكيز عالية من السكر لذلك يمكن ان تحدث الاصابة في بعض المربيات والعصائر وتوجد في مجاميع تنمو في محاليل كلوريد الصوديوم المركز وهي تعمل على السكر والاحماض العضوية والكحولات .

ثالثا – الاعفان Molds

العفن يشبه الخمائر الى حد ما من حيث الحاجة الى غذاء ومايميز العفن هو انه يكون منشأه في الغالب على الاسطح الخشبية والرفوف والجدران المنزلية وحيثما توفرت المادة العضوية والرطوبة والضلام ، وتتميز هذه الكائنات بقدرتها على النمو على سطوح الثمار والكثير من الاطعمة، ويمكن ان تميز هذه الكائنات وتشخص من خلال نموها تعطي الوان مميزة لاسطح الثمار او الاعشاب فقد تلونها باللون الازرق او الاخضر او الاسود ترسل الاعفان بعد نموها نموات (الهايفات) الى داخل تلك الثمار او الاغذية وبالرغم من ان الاعفان تفضل الاماكن الرطبة الا ان نمواتها تحتاج الى الرطوبة بكميات اقل من البكتريا والخمائر لذلك كل من الهواء والرطوبة من العوامل المهمة لنمو العفن على اسطح الغذاء اضافة الى درجة الحرارة الملائمة للنمو وتكاثر وانتشار هذه الاحياء ، مايميز هذه الكائنات هو قدرتها على انتاج بعض النكهات والروائح غير المرغوب فيها ويمكن لهذه الكائنات ان تكون نافعة لذلك تم توجيه بعض من هذه الاعفان لكي تكون قادرة على انتاج بعض الاجبان والمعجنات خاصة العجائن المصنعة من بعض الاسماك وتضمينها نكهة مميزة خاصة بها .

تلف الاغذية والتسمم الغذائي :

يمكن ان تتلف الثمار والاغذية المصنعة والمخزونة لفترة طويلة وقد ركز علم الاغذية على نوعين من الاحياء المجهرية حسب قدرة ونوع الاصابة التي يمكن ان تحدثها هذه الاحياء :

1- مجموعة الاحياء المجهرية المسببة لتلف الثمار والغذاء .

2- مجموعة الاحياء المجهرية المسببة للتسمم الغذائي .

تتميز المجموعة الثانية من انها قلما تعطي دلائل واضحة على وجودها في الغذاء من جهة اخرى تتميز المجموعة الاولى بالتلف الذي يحدث قد لايسبب بالضرورة حدوث تسمم كخلايا الفطر Clostridium botalonum التي تتميز بقدرتها على انتاج مركبات شديدة السمية قادرة على احداث الموت خلال فترة زمنية قصيرة جدا وهناك انواع اخرى من الاحياء المجهرية المحبة للحرارة والقادرة على ان تنمو في التراكيز المرتفعة من الاغذية الحامضية التي تعمل على تلف وفساد الاغذية ومثالها بكتريا الباسلص Bacillus thermo acido uranac عند نمو هذا النوع من البكتريا وتكاثرها فانها تنتج رائحة حامضية للغذاء او الثمار النامية عليها لذلك تناول هذه الثمار والاغذية لايوصف بانه حالة من حالات التسمم بالرغم من النكهة غير المرغوب واشد حالات التسمم في هذه الحالة قد يكون تقيؤ.

تنشأ حالات تلف الاغذية او التسمم الغذائي عند توافر الضروف الملائمة لنمو هذه الكائنات ويمكن القول ان تلف اي ثمرة او غذاء يتوقف على عدة عوامل منها

1- الحرارة 2- الرطوبة 3- مدى نشاط وقدرت الكائن الحي على احداث التلف 4- PH الوسط المتفاعل 5- التركيب الكيمياوي للثمار وللغذاء 6- توفر الاوكسجين O_2

7- نوع وطبيعة المواد الكيمياوية المضافة للاغذية المصنعة .

ان وجود اي مركب يؤدي الى تقليل نشاط وتكاثر مثل هذه الاحياء المجرية سيعتبر عامل مهم جدا لابعاد خطر هذه الاحياء عن اتلاف الثمار والاغذية وان الاساس البسيط والمهم لابعاد خطر هذه الكائنات عن احداث التلف او التسمم هو النظافة بشكل رئيسي .

التسمم الغذائي : Food poisoning

عرف التسمم بالغذاء او الثمار المستهلكة منذ ان وجد الانسان في الخليقة وبدأ البحث عن الغذاء ومع ان حالات التسمم تنتج عن عوامل مرضية متعددة فان هذا النوع من التسمم صنف عام 1870م تحت اسم البتومين Ptomin posining لانه ينشأ من التلف الذي يحدث من البروتين الحيواني او النباتي فالبروتين الجزأ الاول من الخلية الذي يتاثر بوجود الكائن الحي فاذا نمت البكتريا على سبيل المثال فانها تسبب تلف هذا المركب الكيمياوي لذلك كلمة التعفن putr ناتجة من الكلمة الانكليزية putr faction .

انواع التسمم الغذائي :

يمكن تصنيف التسمم بالثمار والاغذية على الشكل التالي :-

1- التسمم الناتج من المواد الكيمياوية المضافة لكل من الثمار والاغذية .

2- التسمم الناتج من السموم التي تفرزها الكائنات الحية كالبكتريا ويسمى هذا التسمم Food intoxication نتيجة افراز بعض الفطريات Aflatoxin .

3- التسمم الذي تحدثه الخلايا البكتيرية والفطرية عندما تهاجم الجهاز الهضمي وتنمو وتتكاثر هناك بشكل كبير جدا مسببة بعض الالتهابات المعوية الشديدة هذا النوع من التسمم يسمى بالتسمم نتيجة التلوث الغذائي Food infection .

النوع الاول من التسمم يحدث نتيجة لاستهلاك بعض الثمار والاغذية الملوثة ببعض المواد الكيمياوية التي يمكن ان تضاف الى الثمار او بعض المواد الكيمياوية السامة كاملاح بعض المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والكادميوم والانتمون او وجود مركبات الزرنيخ او استخدام مركب فلورو الصوديوم ، ومن الامور التي لازالت عالقة في اذهان المشتغلين بالتسمم هي حالات التسمم الكبير الذي حدث اثناء الحرب العالمية الثانية عند استخدام الجنود صفائح البنزين لخزن وتداول الثمار والاغذية وهي معدة اصلا لنقل البنزين، ان استخدام اي صفيحة يدخل في صناعتها الرصاص وعند حفض الثمار والاغذية ذات PH المنخفض فان تفاعل سيحدث يؤدي الى ذوبان الاملاح الثقيلة كالرصاص مسببة التسمم (ان استعمال الفافون يسبب التسمم وتساقط الشعر) ، فلورو الصوديوم هو مركب يستخدم مبيداً للحشرات سميته تنتقل عن طريق استهلاك الانسان للثمار المكافحة بهذا المركب اضافة الى الكثير من المبيدات الفسفورية او الحلقية التي تتميز بان تراكماتها وفعلها يبقى لفترة طويلة مبيد البنيومين والرادوميل تبقى فعالة لمدة 21 يوم ، ومركبات الفلور على العموم سامة وملوثة للبيئة لذلك الكثير من الدول المتقدمة منعت انتاج هذه المركبات التي تدخل في صناعة المبيدات والتبريد من التربتون 12 و 104 و 122 منع انتاجها مع العلم ان هناك نباتات سامة للانسان مثل سلالات عش الغراب التي تسبب تسمماً للانسان والحيوان وتسمى *Clariceps sp.* وانواعاً من هذا الفطر تنمو في حقول القمح والشوفان وتتميز بسميتها العالية وهناك بعض النباتات تتميز اوراقها باحتوائها على تراكيز عالية من الاحماض خاصة حامض الاوكزاليك اذا استهلك بتراكيز عالية فانه يحدث التسمم للانسان ونبات Rhubrab يتميز بارتفاع تراكيز حامض الاوكزاليك في اوراقه ويكون سام حتى لو استهلك بكميات بسيطة لان الحامض يتفاعل مع بعض الاملاح كالصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم ويترسب هذا الملح في الكلى او البنكرياس.

مقاومة التدهور المرضي والاصابات الحشرية في الثمار:

ان عملية مقاومة الاصابات المرضية والحشرية تبدا من الحقل باتباع ادارة جيدة في مرحلة الانتاج :-

1- زراعة الاصناف المقاومة والري المعتدل وتجنب بلل الاوراق والازهار وعدم المغالات بالتسميد النتروجيني، وتقليل النمو الخضري الزائد بالتقليم، لابعاد النبات عن الاصابات الاحيائية

2- تحديد موعد الجني المناسب والاهتمام بعمليات الحصاد وتجميع المحصول واعداده للتسويق في الحقل .

3- الاهتمام بعمليات فرز المحصول وابعاد الثمار المجروحة والمصابة والتي بها اضرار تزيد من فرص الاصابة ونقل العدوى الى بقية المحصول

ولابد من مقاومة الحشرات المسببة للامرض ، كما تلعب الرطوبة العالية دورا هاما في المحافظة على جودة الثمار، الا ان وجود الماء الحر على سطح المحصول يساعد على انتشار الاصابات المرضية الى داخل المحصول فعند اخراج المحصول، من المخازن المبردة وتعرضة الى حرارة عالية تؤدي الى تجمع قطرات ماء على سطح الثمار وفي هذه الحالة تحتاج الى تيار هوائي لفترة قصيرة او تعريض المحصول الى هواء جاف للتخلص من الرطوبة مما يقلل من فرص حدوث العدوى .

ان مقاومة الحشرات في محاصيل الفاكهة و الخضر المجففة وفاكهة النقل والتمور يمكن ان يتم بالتخزين المبرد على اقل من 5م او التجميد او المعاملات الحرارية او تقليل الاوكسجين الى 0.5% وان التعبئة في عبوات ضد الحشرات امر هام حتى لاتتجدد الاصابة .

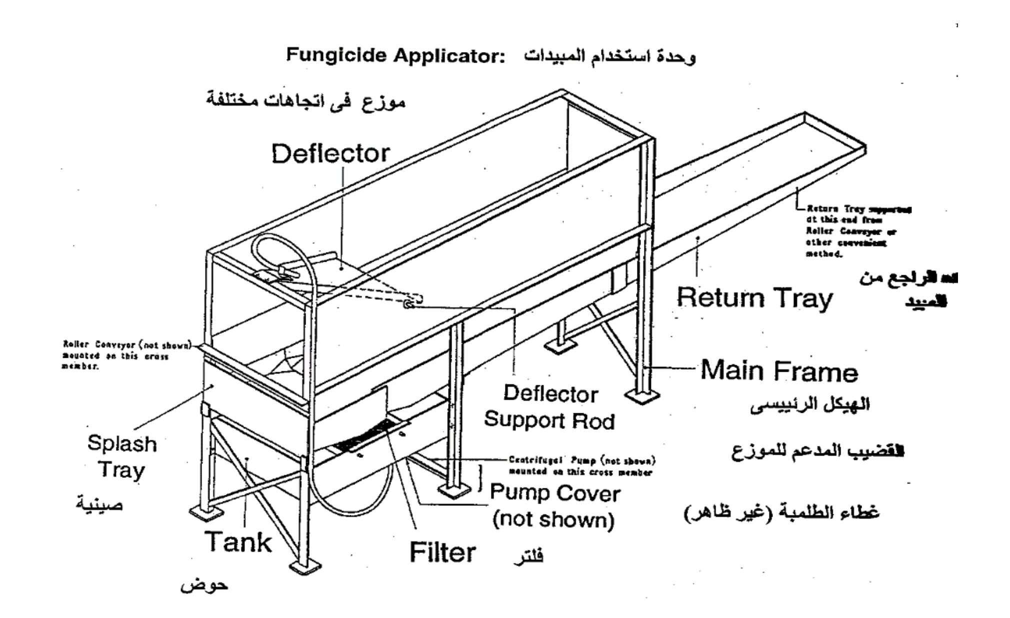
كما تستخدم بعض المواد النباتية كمبيدات حشرية فاوراق نبات الكاسافا عند وضعها في صناديق التعبئة اذا وضعت هذه الاوراق داخل الصناديق اوالاجولة اثناء عملية النقل او التخزين لفترة قصيرة. ومن المعتقد ان الاوراق تنتج سيانوجين cyanogens وهى مادة سامة للحشرات) . (Aiyer,1978ان رماد اوراق نبات .lantana spp ونبات Ochroma

logopur له فعالية كبيرة عندما تستخدم لتعفير البطاطس اثناء تخزينها؛ لحمايتها من المن الذي يهاجمها.(clp,1982) ان تأثير بذور اشجار النيم(كزيت او مستخلص مائي)يعمل كمبيد قوي على المحاصيل الغذائية ويبدو انه غير سام اطلاقا للانسان والثديات او الحشرات النافعة (NRC,1992). ان أي مبيد طبيعي "natural pesticide" لابد من اثبات أنه مأمون للانسان وذلك قبل التصريح به من الجهات المسؤولة.

المقاومة الكيمياوية: Chemical controls

ان غسل المحصول بالماء المعامل بالكلورين يمكن ان يمنع الاصابات المرضية المتسببة عن البكتريا او العفن او الخمائر على سطح المحصول كما ان هيبوكلوريت الكالسيوم كمسحوق وكذلك هيبوكلوريت الصوديوم كسائل من المطهرات الشائعة ، كما ان كفاءة عملية التطهير ستقل اذا تراكمت مواد عضوية مع ماء الغسيل وتزداد كفاءة الكلورين في الوسط PH من 11 – 8 واقل من ذلك يصبح الكلورين غير ثابت .

يمكن غسل الفواكهة والخضر باستخدام محلول هيبوكلوريت بتركيز 25 ppm لمدة دقيقتين لمقاومة الامراض البكتيرية ثم الشطف بماء نظيف او نقع المحصول بهيبوكلوريت تركيز 50-70 ppm ثم شطفها بالماء بهدف مقاومة البكتريا والخميرة والاعفان . (Ogawa واخرون، 1984)



شكل (79) وحدة استخدام المبيدات لتعقيم المحاصيل.

جدول (25) تراكيز المعقمات لتطهير الثمار

كمية الهيبوكلوريت الواجب اضافتها الى ماء نظيف رائق من اجل التطهير			
	التركيز	اوقية/5جالون	كوب/50جالون
صوديوم هيبوكلوريت	50	0,55	5
%5.25	75	0,8	0.75
	100	1,1	1
	125	1,4	1,25
	150	1,7	1,5
صوديوم هيبوكلوريت	50	0,12	0,1
%12.7	75	0,17	0,15

0,2	0,23	100	
0,25	0,29	125	
0,30	0,35	150	

(Adel وLisa ،2003)

الكبريت :Sulfur

يستخدم الكبريت على الموز على شكل عجينة peste او 0,1% مادة فعالة لمقاومة عفن التاج

ثاني اوكسيد الكبريت Sulfur dioxide

يستخدم ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 كغاز للتبخير (الاثر المتبقي والمسموح به 10 جزء في المليون) لمقاومة *Botrytis, Rhizopus* and *Aspergillus* fungi ان استخدام الكميات المناسبة من ثاني اوكسيد الكبريت لمعاملة العنب يمكن ان تقلل الحاجة الى التهوية بعد المعاملة او استخدام المواد الماصة للتخلص من الزائد من ثاني او كسيد الكبريت ولمزيد من المعلومات راجع المصدر (Luvisi،1992) .

صوديوم او بوتاسيوم باي سلفيت :

Sodium or Potassium bisulfite

توجد مركبات البايسلفيت في اكياس من الورق او البلاستك وتوضع داخل كارتات التعبئة لتنتج ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 لمقاومة اعفان العنب اثناء النقل او التخزين .

املاح البيكاربونات :

تستخدم املاح البيكاربونات لمنع امراض مابعد الحصاد على الفلفل والبطاطس والجزر وثمار الحمضيات وهذه الاملاح مامونة الاستخدام ومقبولة ومسجلة كعضوية Certifid organic او خالية من الكيماويات Chemical free. تشمل املاح البيكربونات مايأتي :Bicarbonate

salts include ، بيكاربونات الصودا أو صودا الجير "Backing Soda (NaHCO3) بيكربونات البوتاسيوم (KHCO3) .

جدول (26) طريقة المعاملة (مع او بدون الكلورين حسب الرغبة)

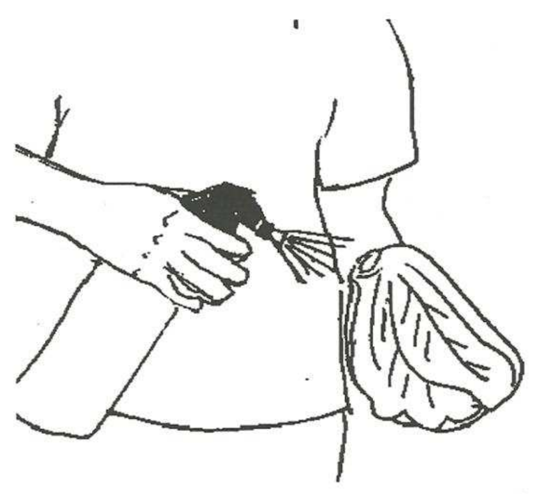
with or without chlorination as
Application methed (desired)

الطريقة Method	المعدل Rate	المعاملة التابعة بعد ذلك Followed by
الرش او الغمر Overhead spray or dip	محلول 2% (2غم في 100مل ماء او 20غم/لتر	
الرش او الغمر Overhead spray or dip	محلول 3% (3غم في 100مل ماء او 30غم/لتر	الشطف بالماء

ان بكتريا العفن الطري Bacterial soft rot (*Erwinia*) في الكرنب يمكن مقاومتها باستخدام مسحوق الجير او محلول 15% من alum (15غم كبريتات الالمنيوم –بوتاسيوم في 100مل ماء) بعد معاملة الجزء المقطوع من راس الكرنب (الساق المقطوع) يجب ان يترك المحصول ليجف من 20 – 30 دقيقة قبل التعبئة ، يستخدم مسحوق الجير (غمس الجزء المقطوع في المسحوق) شكل (80) Applying Lime powder (press but-end into powder); .

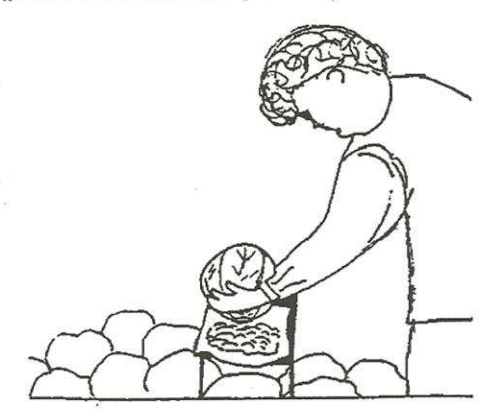
وعندما يجب معاملة المحصول بالمبيدات يمكن استخدام طبق او صينية مثقبة من القاعدة ويوضع فيها المحصول اثناء عملية الرش وتستخدم رشاشة يدوية، لرش المبيد على ثمار الموز حتى نقطة البلل الكامل (run-off)، ويمكن تجفيف الموز في صينية اخرى مثقبة استعداد لمراحل التداول التالية ، وتفيد مضخة الرش الظهرية في رش المبيدات الفطرية وبعض المعاملات الكيمياوية الاخرى بعد الحصاد وعند تعبئة الثمار للتصدير فان المبيدات الفطرية تستخدم وفقا للمتطلبات الدولية القياسية المتبعة لتقليل التدهور اثناء النقل .

Applying alum solution (spray or brush on) استخدام محلول **alum** (رشا أو دهان بفرشة)



استخدم مسحوق الجير (أغمس الجزء المقطوع فى المسحوق)

Applying lime powder (press butt-end into powder):



Source: Borromeo, E.S. and Ilag, L.L. 1984. Alum and Lime Applications: Potential Postharvest Control of Cabbage Soft Rot. Appropriate Postharvest Technology 1(1):10-12.

Small Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops (4th edition). July 2002

شكل (80) رش الثمار بالمعقمات

ازهار القطف ; Cut Flowers

هناك بعض المعاملات الكيمياوية وطرق التداول البسيطة يمكن استخدامها لمنع الذبول والتدهور المرضي اثناء تداول وتسويق ازهار القطف ويساعد على اطالة عمرها على مستوى المنزل :-

ابدأ باستخدام جردل او فازة نظيفة (مغسولة بماء ساخن وصابون مشطوف جيدا) بعد ذلك انزع الاوراق السفلى من على ساق هذه الازهار بحيث لاتوجد اوراق في ماء الجردل او الفازة اعد قطع الساق (حوالي 1-2 بوصة من القاعدة) على ان يكون القطع مائلا ويتم ذلك تحت الماء ،

استخدم ماء مقطر اذا كان الماء عسر (يترك ترسبات بيضاء على الصنوبر) او اذا كان قد اجري عليه عملية التخلص من العسرة

استخدم ماء دافئ الى ساخن (40م او 100ف)

استخدم احد المحاليل التالية محاليل تحتوي على حامض لتسهيل سريان الماء والسكر الى الازهار، لمساعدة البراعم على التفتح كما يحتوي الماء على مادة حافظة لتقليل نمو الفطريات والبكتريا:

1- اخلط جزء من صودا الليمون مع 3 اجزاء ماء دافئ .

2- استخدم ملعقتين من عصير الليمون او عصير ليمون مركز ونصف ملعقة شاي صغيرة من محلول منظف في ربع غالون ماء دافئ، يضاف ربع ملعقة صغيرة من المنظف الى الفازة كل اربعة ايام .

3- استخدم مادة حافظة تجارية وهي غير مكلفة لكنها اقل كفاءة من الوصفتين السابقتين.

اذا كنت تستخدم الفوم في عملية تنسيق الازهار انقعها في المحلول حتى تغوص ذاتيا فيه لان دفعها الى الاسفل يؤدي الى ابقاء فقاعات الهواء في الفوم ويقلل فترة حياة الازهار وموتها المبكر.

المعاملات الباردة : Cold treatments

ان بعض الفطريات والبكتريا في مرحلة نموها تكون حساسة للتبريد، ويمكن تقليل العدوى بتعريض المحصول لعدة ايام الى اقل درجة حرارة يمكن ان يتحملها المحصول دون الاضرار به (درجة الصفر للتفاح والكمثرى والعنب والكيوي والكاكي وذات النواة الحجرية) ان فطر *Rhizopusstolonifer* و *Aspergillus niger* العفن الاسود يمكن قتلها اثناء انباتها بتعريضها لمدة يومين او اكثر على درجة حرارة الصفر المئوي ويمكن ايقاف المسببات المرضية بشكل شبه كامل اذا تم تخزينها على درجة حرارة اقل من 5م ويمكن لدرجات الحرارة المنخفضة ان تقاوم بعض الافات الحشرية ومقاومة ذبابة الفاكهة fruit flies و false codling moth وذبابة القرعيات وخنافس البيكان وثاقبات ثمار الكيوي . ان مقاومة ذبابة الفاكهة تحتاج الى 10 ايام على درجة حرارة الصفر المئوي او 14 يوم على درجة حرارة 1,7م فهذه المعاملات تناسب الثمار التي تتحمل درجات الحرارة المنخفضة وطول فترة التخزين مثل التفاح-الكمثرى-العنب-الكيوي والكاكي ، إذ ان هذه المتطلبات عرضة للتغيير لذا يرجع الى اخر اصدارات APHIS ، وفيما يتعلق بالمحاصيل التي تم تعبئتها قبل تبريدها لابد من وجود فتحات في هذه العبوات وان توضع عليها اغطية شبكية لضمان عدم تجدد الاصابة الحشرية.

جدول (27) برنامج المعاملات الحرارية لمقاومة ذبابة فاكهة البحر الابيض المتوسط *Ceratitis capitata*

درجة الحرارة Temperature	مدة التعرض بالايام xposure period day
صفر او اقل	10
0,6 او اقل	11
1.1 او اقل	12
1,7 او اقل	14
2,2 او اقل	16

Controlled/modified atmosphere الجو الهوائي المعدل treatments

في المحاصيل التي تتحمل المستويات المرتفعة من CO_2 15-20% كمعاملات لمقاومة الفطريات fungistat مثل *Botrytis cinerea*على ثمار الفراولة والبلو بيري والبلاك بيري والتين والعنب خلال عمليات الشحن وان الجو الهوائي المعدل لمقاومة الحشرات يتكون من 5% او اقل من O_2 و 40% او اقل من CO_2 يعد بديلاً فعال للتبخير بغاز بروميد المثيل لمقاومة الحشرات في ثمار النقل والخضر والفاكهة المجففة وقد استخدم غاز الاوكسجين المنخفض وثاني اوكسيد الكاربون المرتفع لقتل الحشرات في المحاصيل التي تتحمل هذه المستويات من الجو المعدل وتعتمد فعالية هذه التقنية في مقاومة الحشرات على درجة الحرارة والرطوبة النسبية وفترة التعريض لهذا الجو والطور الحشري المعامل كما مبين

1- الطور الاول والثالث من حشرة greenheaded leafroller (*Planotortrix excessana)* والطور الاول والخامس من حشرة brownheaded leafroller (*Ctenopseustis obliquana*) وكذلك حشرة light brown apple moth (*Epiphyas postvittana*) عادة يتم قتلهم كاملا على درجة حرارة 0,5 م في جو يتكون من 3% O_2 و3% CO_2

2- ان بيض حشرة apple rust mite (*Aculus schlechtendali*) وحشرةُ European red mits (*Panonychus ulmi*) يتم قتلها خلال 5.3 شهر عندما يتم تخزين التفاح على درجة حرارة 2.8م في جو يتكون من 1% O_2 واقل من 1% CO_2 .

3- يرقات حشرة moth larvae (*Cydia pomonella*) قد تم قتلها جميعا خلال 3 شهور عند تخزين التفاح على درجة حرارة صفر مئوي وجو مكون من 1.5-2% O_2 واقل من 1% CO_2 .

4- في ثمار الكيوي فان الطور البالغ لحشرة tow –spotted spider mite (*Tetranyhus urtiicae*) قد تم قتله على درجة حرارة 40 م و4% O_2 و20% CO_2 خلال 7 ساعات.

5-عند تخزين الكاكي على درجة حرارة 20 م و 0.5% O_2 و 5% CO_2 فان الطور الثالث من leafrollers (*Planotortrix excessana*) قد تم قتله خلال اربعة ايام كما ان يرقات والطور الكامل لحشرة mealy bug (*Pseudococcus longispinus*) تم قتلها خلال 7 ايام.

6- ثاقبة البطاطا (*Cylas formicarius elegantulus*) تم مقاومتها على درجة الحرارة العادية بمعاملتها بالاوكسجين المنخفض وثاني اوكسيد الكاربون المرتفع ويلاحظ ان التخزين على درجة حرارة 25م في جو مكون 2-4% O_2 و 40-60% CO_2 قد تسبب في موت الحشرة الكاملة خلال 2-7 ايام .

7- ان Codling month (*Cydia pomonella*) في ثمار ذات النواة الحجرية يمكن مقاومتها على درجة حرارة 25 م باستخدام جو معدل يتكون من 0,5% O_2 و 10% CO_2 لمدة 2-3 ايام (الطور الكامل او البيض) او مدة 6-12 يوما (الشرنقة) ولاتتاثر التغييرات الطبيعية في اللون والصلابة خلال عملية النضج في الثمار المعاملة .

8- تم استخدام المعاملة 45% CO_2 على درجة حرارة الصفر المئوي؛ لمقاومة العديد من الافات الموجودة على سطح المحصول . وقد اجيزت كمعاملة حجز زراعي .

المعاملات الحرارية Heat treatments

يعد غمر الثمار في ماء ساخن جدول (28) او المعاملة في هواء ساخن جدول (29) من المعاملات المهمة في مقاومة الحشرات بعد الحصاد ولايجب تداول الثمار مباشرة بعد المعاملة الابعد معاملتها بالماء البارد او هواء بارد؛ لاستعادة درجة حرارة الثمار المثلى للتخزين باسرع مايمكن بعد انتهاء المعاملة الحرارية وهناك بعض المسببات المرضية حساسة للمعاملات الحرارية وقد تكون المعاملة بغمر الثمار في الماء البارد لفترة قصيرة او استخدام هواء ساخن مدفوع وهذه المعاملات مفيدة في مقاومة الامراض فيما يتعلق بتقليل الحمل المكروبي في بعض المحاصيل مثل الاجاص والخوخ والباباظ والكانتلوبا والثمار ذات النواة الحجرية والبطاطا والطماطم (Shewfelt, 1986) .

جدول (28) المعاملة بالماء الساخن Hot water treatments

المحصول	المسبب المرضي	درجة الحرارة م	الزمن (دقيقة)	الضرر المتوقع
تفاح Apple	*Gloeosporium sp. Penicillium expansum*	45	10	تقليل مدة التخزين
كريب فروت Grapefruit	*Phytophthora citrophora*	48	3	
ليمون Lemon	*Penicillium digitatum Phytophthora sp.*	52	10-5	
مانجو Mango	*Anthracnose Collectotrichum gloeosporioides*	52	5	لاتقاوم عفن الساق

برتقال Orange	*Diplodia sp* *Phomopsis sp.* *Phytophthora sp.*	53	5	عدم كفاءة ازرالة اللون الاخضر
خوخ Peach	*Monolinia fruticola* *Rhizopus stolonifer*	52	2,5	تبقع لون الجلد
باباظ Papaya	Fungi	48	20	
باباظ Papaya	*Anthracnose* *Collectotrichum gloeosporioides*	42 49	30 20	
فلفل اخضر Pepper(bell)	*Erwinia sp*	53	1,5	تبقع
القرعيات Melon	Fungi	63-57	0,5	
فاصوليا خضراء Green Beans	*Pythium butleri* *Sclerotinia sclerotiorum*	52	0.5	

مقاومة الانثراكنوز في الباباظ تحتاج الى معاملتين 30 دقيقة على 40م يتبعها20دقيقة على درجة 49م

جدول (29) المعاملة بالهواء الساخن المدفوع جبرا

Hot forced-air treatments

المحصول commodity	المسبب المرضي pathogens	درجة الحرارة (مئوي)	الزمن (دقيقة)	الرطوبة النسبية RH(%)	الضرر المتوقع Possible injuries
تفاح Apple	*Gloeosporium sp. Penicillium expansum*	45	15	100	التدهور
خوخ Peach	*Monolinia fruticola Rhizopus stolonifer*	45	15	80	
الفراولة Strawberry	*Alternaria sp. Botrytis sp. Rhiz0pus sp. Cladosporium sp.*	43	30	98	
القرعيات Melon	Ffungi	30-60	35	منخفض	انهيار واضح

(حسن وماجدة،2003)

المقاومة الحيوية ومنظمات النمو النباتية :

Biological control and plant growth regulators

يستخدم نظامان بيولوجيان (كائنات مضادة) كوسيلة مكملة (للمعاملات الكيمياوية و/او المعاملات الحرارية) لادارة المسببات المرضية بالاضافة الى الاستراتيجيات الاخرى كجزء من نظام متكامل لادارة برنامج مكافحة الافات لقليل من ثمار الفاكهة والخضر وهناك اثنان من منظمات النمو النباتية يمكن استخدامها لتأخير شيخوخة ثمار الحمضيات، وبالتالي تقليل من قابليتها للاصابة بالتدهور المرضي dacay كما في الجدول (30) .

جدول (30) مواد المقاومة الحيوية المتاحة تجاريا ومنظمات النمو النباتية المسجلة كمعاملات بعد الحصاد.

الفئة	الكائن	سنة استخدامها	المحصول	المسبب المرضي	طريقة الاستخدام	الاثر المتبقي ppm
المقاومة الحيوية	Pseudomonas syringae Bio-Save	1995	الحمضيات الكريز التفاح والكمثرى	P. digitatus P. italicum Geotrichum citriaurantil P. expansum. Botrytis cinerea P.	غمر او رش	-

			البطاطا	expansum. Botrytis cinerea Mucor piriformis Fusarium sambucinum. Helminthosporium solani		
المقاومة الحيوية	Candida oleophilla (Aspire)	1995	التفاحيات الحمضيات	Dacay pathogens Dacay pathogens	أي طريقة معاملة	معاف
PGR	حامض الجبرليك (proGibb)	1955	الحمضيات	تاخير الشيخوخة	شمع وتخزين	معاف
PGR	2,4-D(Citrus fix)	1942	الحمضيات	تاخير الشيخوخة (تاخير العفن والتدهور)	شمع وتخزين	5

المحافظة على السلسلة المبردة للمحاصيل سريعة التلف

الحصاد

- تجب حماية المحصول من الشمس
- أنقل المحصول بسرعة الى محطة التعبئة

التبريد

- أختصر التأخيرات قبل بداية التبريد الاولى
- يتم تبريد المحصول جيدا أو باسرع ما يمكن

التخزين المؤقت

- يجب تخزين المحصول على درجة الحرارة المثلى للتخزين
- ضرورة ممارسة نظام ما دخل أولا يخرج أولا
- أشحن الى السوق باسرع ما يمكن

النقل الى السوق

- أستخدم مناطق تحميل مبردة
- ضرورة تبريد الشاحنة قبل التحميل
- رص البالتات فى اتجاة منتصف الشاحنة
- ضع اشرطه بلاستيك عازلة على باب الشاحنة فى حالة توقفها المتكرر
- تلافى التأخيرات أثناء النقل
- تابع وسجل درجات حرارة المحصول أثناء النقل

التداول فى نقطة الوصول

- أستخدم مناطق تفريغ مبردة
- سجل درجة حرارة المحصول عند الوصول
- انقل المحصول بسرعة الى مكان جيد للتخزين
- أنقل المحصول الى التجزئة أو اماكن الخدمات الغذائية فى شاحنات مبردة
- أعرض المحصول فى مدى حرارى مناسب

التداول فى المنزل أو اماكن الخدمات الغذائية

- خزن المحصول على دردة حرارة مناسبة
- أستخدم المحصول باسرع ما يمكن

المصادر :

أفمانينا . 2000 . تقليل فاقد ما بعد الحصاد لمنتجات الخضار – الفواكه – المحاصيل الجذرية ، كتيب ارشادي .صادر بالانكليزية عن منظمة الاغذية و الزراعة للامم المتحدة 1984، اصدرته بالعربية الرابطة الاقيليمية لمؤسسات التسويق الزراعي الغذائي في منطقة الشرق الادنى و شمال افريقيا (أفمانينا) .

الحامض ، عدنان حسين .2001 . تعبئة وتخزين الثمار الجزء النظري . مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية . منشورات حلب . كلية الزراعة . سوريا .

حمزة، بيان مجيد ؛ اياد وليد عبدلله و هدبية نجم رستم . 2011. تاثير الايثرل في النضج والقابلية الخزنية لثمار الطماطة . مجلة ديالى للعلوم الزراعية .3(1) 176-181.

الداودي،علي محمد حسن .1990. الكيمياء الحيوية .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .جامعة بغداد .جمهورية العراق

الشمري ، غالب ناصر حسين . 1986 . تاثير درجات الحرارة و ال 4 – 2 D على تخزين ثمار الاجاص صنف Beauty . رسالة ماجستير (بستنة) – كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل – العراق .

الشمري ، غالب ناصر حسين .2005 . تأثير بعض المستخلصات النباتية وطريقة الخزن في الصفات الخزنية لثمار البرتقال المحلي . اطروحة دكتوراه (بستنة) – كلية الزراعة – جامعة بغداد – العراق .

الشمري،غالب ناصرحسين ؛ خالد عبدالله السهر؛ عثمان خالد علوان . 2008 . دراسة تطور النمو الثمري لصنفي التفاح الشرابي وال Anna لتحديد افضل موعد لجني الثمار. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية . المجلد 8(1)

الشمري، غالب ناصر حسين ; عزيز مهدي عبد الشمري . 2009 . تاثير الصنف و درجة النضج وطريقة الخزن في الصفات الخزنية والتسويقية لثمار البطيخ .*Cucumis melo* L. مجلة زراعة ديالى ، عدد37 : 151-163.

الشمري، غالب ناصر حسين ;اسراء فؤاد حسن .2009 . تاثير رش الاشجار وغمر الثمار في محلول كلوريد الكالسيوم على الصفات النوعية والخزنية لثمار المشمش المحلي زاغينية . مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية . 9 (2):172-182 .

العاني ، عبد الاله مخلف .1985 . فسلجة الحاصلات البستانية بعد الحصاد. جامعة بغداد . وزارة التعليم العالي و البحث العلمي . مطبعة جامعة الموصل . مديرية مطبعة الجامعة . العراق .

العاني، عبدالإله مخلف ؛عدنان ناصر مطلوب ويوسف حنا يوسف .1985. عناية وتخزين الفواكه والخضر . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد . العراق .

عبد القادر ، عادل ، ليزا كيتنويا . ترجمة : عواد حسين ، ماجدة بهجت . 2002. ممارسات التداول بعد الحصاد للامكانات المحدودة نشرة المحاصيل البستانية . مركز تكنولوجيا تداول الحاصلات البستانية . كلية الزراعة . جامعة الاسكندرية . الطبعة الرابعة . مصر .

عبد الهادي ،عبد الاله مخلف ؛عدنان ناصر مطلوب و يوسف حنا يوسف.1989. عناية وتخزين الفواكه والخضر .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، بيت الحكمة ، جامعة بغداد . جمهورية العراق .

علوان، مروة برهان .2011. تاثير بعض المستخلصات النباتية وكلوريد الكالسيوم وطريقة الخزن في الصفات الخزنية لثمار المشمش *Prunuse armeniaca* L. رسالة ماجستير،قسم البستنة ، جامعة تكريت ، جمهورية العراق.

فاضل، نمير نجيب وعلي حسين الدوري . 2007 . تاثير الغمر في املاح الكالسيوم على الصفات الخزنية لثمار الكمثرى Le-cont . الندوة الدولية حول تكنلوجيا انتاج البساتين للتنمية المستدامة والتنوع الحيوي – حلب 2-2007/12/4 .

كردوش، محمد عبسي وعبد العزيز ايوب.1991. فيزيولوجيا الفاكهة . منشورات جامعة حلب –كلية الزراعة . سوريا .

Adams. P. Baker,J.J.W. and Allen,G.E. 1970. The study on Botany.California. London:Addison Wesley Publishing Company.

Aiyer, RS. et al. 1978. No-cost method for preserving fresh cassava roots. Cassava Newsletter 4: 8-9. Cali, Colombia: CIAT.

Aljuburi, H.J. and A. Huff. 1984. Reduction in chilling injury to stored grapefruit (Citrus paradisi Macf.) by vegetable oil. Sci. Hort. 24:53–58.

Asare-Boamah, N.K. and R.A. Fletcher. 1986. Protection of bean seedlings against heat and chilling injury by triadimefon. Physiol. Plant. 67:353–358.

Ben-Yehoshua, S., E. Barak, and B. Shapiro. 1987. Postharvest curing at high temperatures reduces decay of individually sealed lemons, pomelos, and other citrus fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:658–663.

Brooks, C. and L.P. McColloch. 1936. Some storage diseases of grapefruit. J. Agr. Res. 52:319–351.

Buta, J.G. and Wang, C.Y. 1993. Early detection of chilling injury with Fourier transform Infrared spectroscopy. HortScience 28:1043–1044.

Cantwell,M.I. and R.F. Kasmire.2002. Postharvest Handling systems, Underground Vegetables (Roots, Tubers, and Bulbs) p. 435-443. In, A.A. Kader(ed.) postharvest technology of horticultural groups. University of California. ANR publication 3311.

CIP. 1982. Annual Report. Lima, Peru: International Potato Center.

Chaplin, G.R. and K.J. Scott. 1980. Association of calcium in chilling injury susceptibility of stored avocados. HortScience 15:514–515.

Chaplin, G.R., R.B.H. Wills, and D. Graham. 1983. Induction of chilling injury in stored avocados with exogenous ethylene. HortScience 18:952–953.

Cohen, E. 1988. Commercial use of long-term storage of lemon with intermittent warming. HortScience 23:400.

Cohen, E., M. Shuali, and Y. Shalom. 1983. Effect of intermittent warming on the reduction of chilling injury of 'Villa Franca' lemon fruit stored at cold temperature. J. Hort. Sci. 58:593–598.

Ding, C.K., Wang, C.Y., Gross, K.C. and Smith, D.L. 2001. Reduction of

chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. Plant Science 161:1153–1159.

Ding, C.K., Wang, C.Y., Gross, K.C. and Smith, D.L. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. Planta 214:895–901.

Farzana, P. (**2006**). Postharvest Technology of Fruits and Vegetables. Eco Service International, U.S.A. 14 PP. http//www. eco. web. com / editorial / 060529. html

Field, R.J. 1990. Influence of chilling stress on ethylene production. p.235–256. In: C.Y.

Forney, C.F. and Lipton, W.J. 1990. Influence of controlled atmospheres and packaging on chilling sensitivity. p.257–268. In: C.Y. Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Boca Raton, FL.

Fukushima, H., S. Nagao, and Y. Nozawa. 1979. Further evidence for changes in the level of palmitoyl-CoA desaturase during thermal adaptation in Tetrahymena pyriformis. Biochim. Biophys. Acta 572:178–182.

Fung, R., Wang, C., Smith, D., Gross, K. and Tian, M. 2004. MeSA and MeJA increase steady-state transcript levels of alternative oxidase and resistance

against chilling injury in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). Plant Sci. 166:711–719.

Grierson, W. 1987. Postharvest Handling Manual, Commercialization of Alternative Crops Project. Belize Agribusiness Company/USAID/Chemonics International Consulting Division, 2000 M Street, N.W., Suite 200, Washington, D.C. 20036.

Gross, K.C., Wang, C.Y. and Saltveit, M. (eds.). 2002. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Crops. An Adobe Acrobat pdf of a draft version of the forthcoming revision to U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 66 on the website of the USDA, Agricultural Research Service, Beltsville Area http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html

Hardenburg, R.E., A.E. Watada, and C.Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Dept. Agr. Hdbk.66, Washington, D.C.

Hatton, T.T. 1990. Reduction of chilling injury with temperature manipulation. p.269–280. In: C.Y. Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops, CRC Press, Boca

Ilker, Y. and L.L. Morris. 1975. Alleviation of chilling injury of okra. HortScience 10:324.

Ismail, M.A. and Grierson, W. 1977. Seasonal susceptibility of grapefruit to chilling injury as modified by certain growth regulators. HortScience 12:118–120.

Jones, R.L., H.T. Freebairn, and J.F. McDonnell. 1978. The prevention of

chilling injury,weight loss reduction, ripening retardation in banana. J. Amer. Soc. Hort. Sci.103:219–221.

Kawada, K., T.A. Wheaton, A.C. Purvis, and W. Grierson. 1979. Levels of growth regulators and reducing sugars of 'Marsh' grapefruit peel as related to seasonal resistance to chilling injury. HortScience 14:446.

Klein, J.D. and Lurie, S. 1991. Postharvest heat treatment and fruit quality. Postharvest News Inf. 2:15–19.

Kochhae,S.L. and S.K.Gujral. 2012.Comprehensive practical plant physiology. Macmillan Publishers India.

Kramer, G.F. and C.Y. Wang. 1989a. Reduction of chilling injury in zucchini squash by temperature management. HortScience 24:995–996.

Kramer, G.F. and C.Y. Wang. 1989b. Correlation of reduced chilling injury with increased spermine and spermidine levels in zucchini squash. Plant Physiol. 76:479–484.

Lee, E.H., J.K. Byun, and G.L. Steffens. 1985. Increased tolerance of plants to SO2, chilling, and heat stress by a new GA biosynthesis inhibitor, paclobutrazol (PP333). Plant Physiol. 77(Suppl.):135.

Lisa, K. and Adel, A.K. 2003.Small-Scale Postharvest handling Practices . A Manual for Horticultural Crops (4^{th} Edition). University of California, Davis.

Lipton, W.J. and Y. Aharoni. 1979. Chilling injury and ripening of 'HoneyDew' muskmelons stored at 2.5 or 5C after ethylene treatment at 20C. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:327–330.

Liu,F.W.1988.Developing practical methods and facilities for handling fruits in order to maintain quality and reduce losses. Postharvest Handling of Tropical and Subtropical Fruit Crope, Food and Fertilizer Technical Center for the Asian and Pacific Regin,Taipei 10616, Taiwan.

Lurie, S. and J.D. Klein. 1991. Acquisition of low-temperature tolerance in tomatoes by exposure to high-temperature stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:1007–1012.

Luris,S. and J.D. Klein. 1992. Calcium and heat treatments to improve storability of ‘‘Anna‘‘apples. Hort Sci. 27: 36-39.

Luris, S. 1998. Postharvest heat treatments of horticultural crops . Hort. Rev. 22: 91-121.

Lyons, J.M. and Breidenbach, R.W. 1987. Chilling injury. p.305–326. In: J. Weichmann(ed.), Postharvest Physiology of Vegetables. Marcel Dekker, New York.

Maxie,E.C. and J.C. Crane.1968. Effect of ethylene on growth and maturation of the Fig fruit. J. Amer.Soc.Hort.Sci.92:255-267.

McDonald, R.E., W.R. Miller, and T.G. McCollum. 1990. Reducing chilling injury and decay of grapefruit by fungicides applied at high temperatures.HortScience 25:1084.

Meir, S., Philosoph-Hadas, S., Lurie, S., Droby, S., Akerman, M., Zauberman, G.,Shapiro, B., Cohen, E. and Fuchs, Y. 1996. Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit, and bell pepper by methyl jasmonate. Can. J. Bot. 74:870–874.

Miller, W.R., Chun, D., Risse, L.A., Hatton, T.T. and Hinsch R.T. 1990. Conditioning of Florida grapefruit to reduce peel stress during low-temperature storage. HortScience 25:209–211.

Mitra.S. K. and Baldwin. E.A. 1997. Mango in postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Edited by S. Mitra. Pp85-122. CAB international. New York.

Molin,H.E. 1984. Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables :Postharvest Losses in perishable Crops. U.C. Bulletin 1914, University of California ,

Division of Agriculture and Natural Resources , Oakland , California 94608.

Moline, H.E. and J. Teasdale. 1981. Some effects of calcium treatments on ripening rate and chilling injury of tomato fruit. Proc. 3rd Tomato Quality Wkshp., College Park, Md. p. 119–131.

Moll, B.A. and Steinback, K.E. 1986. Chilling sensitivity in Oryza sativa: the role of protein phosphorylation in protection against photoinhibition. Plant Physiol. 80:420.

Nakamura, R., A. Inaba, and T. Ito. 1985. Effect of cultivating conditions and postharvest stepwise cooling on the chilling sensitivity of eggplant and cucumber fruits. Sci. Rpt., Okayama Univ., Japan, Sci. Rpt. 66, p. 19–29.

Nitsch, J. P. (1970). Hormonal factors in growth and development. In *Food Science and Technology* (ed. A.C. Hulme), vol. 1, pp. 427-472. Academic Press, London.

Nordby, H.E. and R.E. McDonald. 1990. Squalene applied to grapefruit prevents chilling injury. HortScience 25:1094.

NRC.1992. Neem : A Tree for Solving Global problems. Washington, D.C. Bostid publishing Co. 141 pp.

Nunes, M.C. 2008. Quality of Fruits and Vegetables . Blackwell publishing. P.235–256.versity of

California, Division of Agriculture and Natural Resources, UC Bulletin 1914.

Ogawa,J.M. and Manji, B.T. 1984. In: Moline H.E. (ED). Postharvest pathology of fruits and vegetables . Uni

Pantastico, E.B., W. Grierson, and J. Soule. 1967. Chilling injury in tropical fruits: I. Bananas. Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. 11:82–91.

Patterson, B.D. and Reid, M.S. 1990. Genetic and environmental influences on the expression of chilling injury. p.87–112. In: C.Y. Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops, CRC Press, Boca Raton, FL.

Paull, R.E. 1990. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. p.17–36. In:C.Y. Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops, CRC Press, Boca Raton, FL.

urvis, A.C. 1981. Free proline in peel of grapefruit and resistance to chilling injury during cold storage. HortScience 16:160–161.

Paull, R.E. 1990. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. p.17–36. In: C.Y. Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops, CRC Press, Boca Raton, FL.Pentzer, W.T. and P.H. Heinze. 1954. Postharvest physiology of fruits and vegetables.Annu. Rev. Plant Physiol. 5:205-224.

Pooja,2010. Understanding Plant physiology. Sachin Printers Delhi-India .

prevents chilling injury. HortScience 25:1094.

Purvis, A.C. 1981. Free proline in peel of grapefruit and resistance to chilling injury during cold storage. HortScience 16:160–161.

Purvis, A.C. and Grierson, W. 1982. Accumulation of reducing sugar and resistance of grapefruit peel to chilling injury as related to winter temperatures. J. Amer. Soc. Hort.Sci. 107:139–142.

Purvis, A.C. and Grierson, W. 1982. Buta, J.G. and Wang, C.Y. 1993. Early detection of chilling injury with Fourier transform Infrared spectroscopy. HortScience 28:1043–1044.

Raison, J.K. and Orr, G.R. 1990. Proposals for a better understanding of the molecular basis of chilling injury. p.145–164. In: C.Y. Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops, CRC Press, Boca Raton, FL.

Raton, FL.Ismail, M.A. and Grierson, W. 1977. Seasonal susceptibility of grapefruit to chilling injury as modified by certain growth regulators. HortScience 12:118–120.

Rikin, A., D. Atsmon, and C. Gitler. 1979. Chilling injury in cotton: Prevention by abscisic acid. Plant Cell Physiol. 20:1537–1546.

Saltveit, M.E. and Morris, L.L. 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops.p.3–15. In: C.Y.

Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Boca Raton, FL.

Schiffmann-Nadel, M., E. Chalutz, J. Waks, and F.S. Lattar. 1972. Reduction of pitting of grapefruit by thiabendazole during long-term cold storage.HortScience 7:394–395.

Senaratna, T., C.E. Mackay, B.D. McKersie, and R.A. Fletcher. 1988. Uniconazole-induced chilling tolerance in tomato and its relationship to antioxidant content. J.plant physiol. 133:56-61.

Seung K. Lee 1, Adel A. Kader .2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops,Department of Pomology, Uni6ersity of California, Da6is, CA 95616, USA

Shewfelt, R.L. 1986. Postharvest treatment for extending shelf life of fruits and vegetables. Food Technology 40(5):7078,89.

Shewfelt, R.L. 1992. Response of plant membranes to chilling and freezing, p. 192–219. In: Y.Y. Leshem (ed.). The plant membrane: A biophysical approach. Kluwer Press, Amsterdam.

Slutzky, B., Gonzalez-Abreu, A. and Berdam, I. 1981. Chilling injury related to mineral composition of grapefruit and limes during cold storage. Proc. Intl. Soc. Citriculture 1981:779–782.

Tabacchi, M.H., Hicks, J.R., Ludford, P.M. and Robinson, R.W. 1979. Chilling injury tolerance and fatty acid composition in tomatoes. HortScience 14:424.

Thompson, J.F. et al. 2001. Effect of cooling dalays on fruits and vegetable quality Perishables Handling Quarterly Issue No. 105:2-5.

Van Hasselt, P.R. 1990. Light-induced damage during chilling. p.113–128. In: C.Y.Wang (ed.), Chilling Injury of Horticultural Crops, CRC Press, Boca Raton, FL.vegetables. Annu. Rev. Plant Physiol. 5:205–224.

Wade, N.L. 1979. Physiology of cool-storage disorders of fruits and vegetables, p. 81-96. In: J.M. Lyons, D. Graham, and J.K. Raison. (eds.). Low temperature stress in plants. Academic, New York.

Walker, D. J. 1992. World Food Programme Food Storage Manual Chatham, UK: Natural Resources Institute.

Wang, C. Y. and Baker, J. E. 1979. Effects of two free radical scavengers and intermittent warming on chilling injury and polar lipid composition of cucumber and sweet pepper fruits. Plant Cell Physiol. 20:243-251.

Wang, C.Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. HortScience 17:173–186.

Wang, C.Y. 1991. Effect of abscisic acid on chilling injury of zucchini squash.J. Plant Growth Regulat. 10:101–105.

Wang, C.Y. 1993. Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables. Hort. Rev. 15:63–95.

Wang, C.Y. and Buta, J.G. 1994. Methyl jasmonate reduces chilling injury in *Cucurbita pepo* through its regulation of abscisic acid and polyamine levels. Environmental & Expt. Bot. 34:427–432.

Wang, C.Y. and J.E. Baker. 1979. Effects of two free radical scavengers and intermittent warming on chilling injury and polar lipid composition of cucumber and sweet pepper fruits. Plant Cell Physiol. 20:243–251.

Wang, C.Y. and Qi, L. 1997. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. Postharvest Biol. Technol. 10:195–200.

Wang, C.Y. and Wang, P.C. 1992. Differences in nuclear magnetic resonance images between chilled and non-chilled zucchini squash. Environ. Expt. Bot. 32:213–219.

Wang, C.Y., Bowen, J.H., Weir, I.E., Allan, A.C. and Ferguson, I.B. 2001. Heat-induced protection against

death of apple fruit cells exposed to low temperature. Plant, Cell and Environment (In Press).

Westwood,M.N. 1978.Temperate-zone pomology. Freeman and Co.SanFrancisco, U.S.A.

المحتويات



Storage Technology Of Horticultural Crops